TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

LAURI MANNILA

YHDESSÄ OPPIEN – VERTAISOPPIMISEN HYÖDYNTÄMINEN MATEMATIIKASSA

Diplomityö

Tarkastajat:
Lehtori Terhi Kaarakka
Yliopistonlehtori Simo Ali-Löytty
Dosentti Jorma Joutsenlahti
Teknis-luonnontieteellisen tiedekunnan
dekaani on 2.5.2018 hyväksynyt
diplomityön aiheen ja tarkastajat

TIIVISTELMÄ

LAURI MANNILA: Yhdessä oppien – Vertaisoppimisen hyödyntäminen matematiikassa
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 49 sivua, 8 liitesivua
Kesäkuu 2018
Teknis-luonnontieteellinen koulutusohjelma
Pääaine: Matematiikka
Tarkastajat: Lehtori Terhi Kaarakka, Yliopistonlehtori Simo Ali-Löytty, Dosentti Jorma Joutsenlahti
Avainsanat: Laskutupa, matemaattinen osaaminen, vertaisoppiminen, kosinisimilaarisuus

Siirryttäessä koulumatematiikasta korkeakouluissa käytävään matematiikkaan, ovat lähtötasot matematiikan opiskeluun erilaisia ja opiskelijat tarvitsevat eri määrän ja erilaista tukea matematiikan opinnoissa. Korkeakoulujen tulisi panostaa matematiikan opetuksen monipuolistamiseen ja tukemiseen, jotta opiskelijoille voitaisiin tarjota tasokasta matematiikan opetusta. Suomessa ollaankin panostettu matematiikan opetuksen kehittämiseen sähköisten oppimisympäristöjen avulla. Hyvin järjestetyn tukitoiminnan avulla voidaan opiskelijoiden mielenkiintoa matematiikkaa kohtaan kasvattaa ja parantaa opiskelijoiden suoriutumista matematiikan opinnoissa.

Tampereen teknillisessä yliopistossa on opiskelijoita varten kehitetty paljon tukitoimia matematiikan opiskelun tueksi. Tässä työssä tutkitaankin tukitoimintakokeilua, Laskutupaa, jonka tarkoituksena on tarjota opiskelijoille apua ja neuvoja matematiikan opinnoissa. Laskutupa on tila, minne opiskelijat saavat vapaasti tulla laskemaan ja opiskelemaan matematiikka paikan päällä olevan ohjaajan avustuksella. Tämän tutkimuksen kohdejoukkona olivat Laskutuvassa käyvät opiskelijat eli ensimmäisen vuosikurssin matematiikan kursseja käyvät opiskelijat. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään auttavatko Laskutupa ja vertaisoppiminen kasvattamaan opiskelijoiden matemaattista osaamista, minkälaiset opiskelijat hyötyvät vertaisoppimisesta ja kuinka sähköisiä viestintäjärjestelmiä voidaan hyödyntää vertaisoppimisessa.

Kyselyn tulosten perusteella Laskutupa auttoi opiskelijoita matematiikan opinnoissa ja heidän matemaattinen osaaminen kehittyi. Vertaisoppiminen koettiin tehokkaaksi tavaksi oppia ja ymmärtää matematiikkaa ja vertaisoppiminen oli tehokas oppimiskeino riippumatta oppimistyylistä. Sähköisillä viestintäjärjestelmillä voidaan tukea vertaisoppimista, mutta se vaatii aktiivisuutta itse opiskelijoilta.

ABSTRACT

LAURI MANNILA: Learning together – Benefits of peer learning in mathematics
Tampere University of Technology
Master of Science Thesis, 49 pages, 8 Appendix pages
June 2018
Master's Degree Programme in Science and Engineering
Major: Mathematics
Examiner: Lecturer Terhi Kaarakka, University Lecturer Simo Ali-Löytty, Docent Jorma Joutsenlahti
Keywords: Laskutupa, mathematical proficiency, peer learning, cosine similarity

Coming to Universities, some of the students haven't adopted all the required mathematical skills needed in University mathematics. For this reason, Universities should develop teaching mathematics and improve support of studying mathematics. There have been investments made to improve teaching mathematics in Finland via communication systems. When support in studying mathematics is well organized, students' performance in mathematics studies can improve.

In Tampere University of Technology there are many support services for studying mathematics. The focus of this study is study group experiment called Laskutupa. The idea of Laskutupa is to offer students help and support in mathematics studies. Laskutupa is a place where students can come freely to study mathematics and there is an instructor in Laskutupa to help students. The target group of this study were students who participated first year mathematics courses and Laskutupa. Main aspect of this study was to find out does Laskutupa and peer learning improve students' mathematical proficiency, what kind of students benefit from peer learning and how to exploit communication systems in peer learning.

According to survey Laskutupa helped students in their mathematics studies and their mathematical proficiency improved. Peer learning was experienced as an effective learning method regardless what kind of learners students were. Communication systems can also be used to improve peer learning, but it requires activity from students themselves.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston matematiikan laboratoriolle. Laskutupaa alettiin suunnitella kesällä 2017 aloittaessani tutkimusapulaisena matematiikan laboratoriossa. Laskutupaa pidettiin koko lukuvuoden 2017-2018 ja aineisto tutkimusta varten kerättiin kyselyn muodossa vuoden vaihteessa. Tuloksia analysoitiin keväällä 2018 ja työn kirjoittaminen tapahtui kevään ja alkukesän aikana.

Työskentely ohjaajana Laskutuvassa on ollut innostavaa ja mielekästä. Ohjaajana toimiminen on antanut tulevaisuuden kannalta hyviä kokemuksia opettamisesta ja yleisesti matematiikan parissa työskentelystä. Toivon, että jatkossa voin kanssa ammentaa matematiikan parissa oppimaani ja kokemaani, sekä työelämässä että myös ihan muuten. Haluan kiittää ohjaajiani dosentti Jorma Joutsenlahtea, yliopistonlehtori Simo Ali-Löyttyä ja lehtori Terhi Kaarakkaa työn ohjaamisesta, motivoivasta ohjaamisesta sekä sopivasta painostuksesta työn edistymiseksi. Työtä tehdessä opin teiltä paljon tutkimuksen tekemisestä sekä matematiikan opettamisesta ja siihen kuuluvista olennaisuuksista.

On vaikeaa kuvailla, kuinka kiitollinen olen kaikille ystävilleni heidän tarjoamastaan tuesta, niin koulussa kuin sen ulkopuolellakin. Koulumatkani varrella olen saanut useita erittäin läheisiä ystäviä ja jokainen heistä on ollut tärkeä osa elämääni. Erityisesti haluan kiittää perhettäni tuesta, kannustuksesta ja motivaatiosta, mitä he ovat minulle tarjonneet. Kun koulutuksen jälkeen on aika siirtyä elämässä eteenpäin, pyrin toimimaan vanhan sanonnan mukaisesti: “Mene sinne ja sano siellä, että olet täältä.”

Tampereella 27.6.2018

Lauri Mannila

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MERKINNÄT

Lyhenteet

BOW	Sanojen monijoukko (Bag of Words)
IDF	Käänteinen dokumenttifrekvenssi (Inverse document frequency)
IMA	Insinöörimatematiikka
KDD	Tiedon etsintä tietokannasta (Knowledge Discovery in Database)
MA	Matematiikka
NAEP	The National Assessment of Educational Progress
PISA	Programme for International Student Assessment
TF-IDF	Termifrekvenssi-Käänteinen dokumenttifrekvenssi (Term frequency-inverse document frequency)
TTY	Tampereen teknillinen yliopisto
VSM	Vektoriavaruusmalli (Vector Space Model)

Merkinnät

$\mathbf{1}$	Vektori, jossa kaikki alkiot lukuja 1
$A, D, \ldots$	Joukkoja
A_f, D_f	Monijoukkoja
$\mathbf{a}, \mathbf{p}, \ldots$	Vektoreita
$\cos(d_i, d_j)$	Dokumenttien välinen kosinisimilaarisuus
$d_1, d_2, ...$	Dokumentteja
f	Joukon alkioiden ilmenemiskertojen lukumäärä monijoukossa
$f_d(t)$	Sanan t sanafrekvenssi dokumentissa d
$\mathbf{f}_d$	Dokumentin d sanafrekvenssivektori
$h(t)$	Sanan t dokumenttifrekvenssi
$\mathbf{h}$	Dokumenttifrekvenssivektori
$t_1, t_2, \ldots$	Sanoja ja termejä
$\mathbf{v} \cdot \mathbf{u}$	Vektorien välinen pistetulo
$\overline{x}$	Keskiarvo
$\langle A, f \rangle$	Monijoukko
$\lvert \cdot \rvert$	Skalaarin itseisarvo
$\lvert\lvert \cdot \rvert\rvert$	Vektorin pituus
$\bigcup\limits_{i=1} d_i$	Dokumenttien unioni

1. JOHDANTO

Yleisen käsityksen mukaan korkeakouluissa opettaminen ja oppiminen tapahtuu luentojen kautta, mutta todellisuudessa opetukseen sisältyy myös esimerkiksi harjoitukset, ryhmätyöt ja muut tukitoiminnat, mitä oppimiseen tarjotaan. Matematiikan oppiminenkaan ei ole poikkeus. Jokaisen oppiminen on itsestä kiinni korkeakouluissa, mutta korkeakouluissa voidaan tarjota mahdollisuuksia kaikille nostaa omaa matemaattisen osaamisen tasoa.

Suomessa matematiikan osaaminen on laskenut tasaisesti koko 2000-luvun ajan [27]. Pisa-tuloksista käy ilmi, että yhdeksän vuoden aikana matemaattisen osaamisen taso on laskenut noin puolen opetusvuoden verran [27]. PISA-tulokset ovat vain eräs mittari matematiikan osaamisen mittaamiselle. Muutkin tutkimukset Suomessa osoittavat, että matematiikan osaamisen taso on heikentynyt jo ennen 2000-lukua [44, 26, 16]. Esimerkiksi korkeakouluissa tärkeät matemaattiset taidot kuten murtoluvuilla laskeminen, negatiivisilla luvuilla laskeminen ja potenssilaskut osataan nykyään heikosti [44]. Suomessa yläkoulu ja lukiotasolla matematiikkaa opetetaan viikossa suhteellisen vähän verrattuna muihin maihin, vain muutama tunti viikossa [28]. Suomalaiset käyttävät myös suhteellisen vähän aikaa matematiikan kotitehtävien tekemiseen, suurin osa vain alle tunnin. Vaikka nämä ovatkin todennäköisiä osatekijöitä, ei näillä vaikuta olevan suoraa korrelaatiota matematiikan osaamiseen. [28]

Kun opiskelija siirtyy korkeakouluun opiskelemaan matematiikkaa, ovat suurimmat ongelmat proseduraalisen sujuvuuden ja päättelyn alueella [53]. Teknillisillä aloilla matemaattinen osaaminen on tärkeää, mutta silti opiskelijoilla on ongelmia derivoimisessa, integroinnissa ja yhtälöiden ratkaisemisessa. [53] Opiskelijoilla ei tunnu olevan valmiutta tehdä töitä matematiikan oppimisen eteen. [53]

Sähköisten oppimisympäristöjen, kuten myös viestintäsovellusten kehittämiseen ollaan Suomessa panostettu muun muassa opetushallituksen tuella. Tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen opetuksessa ollaan koettu hyödylliseksi ja opetusta edistäväksi. Oppimisympäristöjen kehittymisen ja yleisesti opiskelijoiden oppimisen kannalta on tärkeä hyödyntää tieto- ja viestintäteknologiaa. [45]

Tampereen teknillisessä yliopistossa on pyritty nostamaan opiskelijoiden matemaattista osaamista matematiikan opetuksen kehittämisellä ja tukitoimilla. [53, 47] Vuoden 2016 SEFI-raportissa [52] todetaan, että matematiikan opetuksessa tullaan panostamaan enemmän teknologian käyttöön ja verkkopohjaiseen oppimiseen. Tässä työssä tutkitaan, miten matematiikan tukiopetustoiminta sekä vertaisoppiminen auttavat opiskelijoita oppimaan matematiikkaa ja lisäämään matemaattista osaamista. Työssä tutkitaan myös, kuinka matematiikan tukiopetustoimintaa ja vertaisoppimista voidaan tukea teknologiaa, tarkemmin sähköisiä viestintäjärjestelmiä eli pikaviestimiä, käyttäen.

2. MATEMATIIKAN OPPIMINEN

Oppiminen on aina opiskelijan omista toimista kiinni. Jokainen vastaa itse omasta oppimisesta ja tekee töitä sen mukaisesti. Tässä kappaleessa käydään läpi, mitä liittyy matematiikan oppimiseen, mistä se rakentuu ja millaisia oppimistapoja jokainen oppija voi käyttää oppiakseen ja parantaakseen omaa osaamistaan.

2.1 Matemaattinen osaaminen

Matemaattinen osaaminen ja matemaattinen taitavuus (mathematical proficiency) ovat käsitteitä, jotka eivät ole täysin yksiselitteisiä. Kirjallisuudessa on myös käytetty hieman eri termejä kuvaamaan matemaattista osaamista. NAEP käytti mittauksissaan käsitettä matemaattinen suorituskyky (mathematical power) [48], PISA-tutkimuksessa käytetään termiä matemaattinen kompetenssi (mathematical competence) [29] ja Kilpatrick, Swafford ja Findell käyttävät nimitystä matemaattinen osaaminen (mathematical profiency) [24]. Kirjallisuudessa matemaattiselle osaamiselle on luotu erilaisia malleja kuvaamaan, mistä matemaattinen osaaminen muodostuu. Tässä tutkimuksessa perehdytään Kilpatrickin, Swaffordin ja Findellin malliin, jossa matemaattinen osaaminen jaetaan viiteen osa-alueeseen. Nämä osa-alueet ovat 1. käsitteellinen ymmärtäminen (conceptual understanding), 2. proseduraalinen sujuvuus (procedural fluency), 3. strateginen kompetenssi (strategic competence), 4. mukautuva päättely (adaptive reasoning) ja 5. yritteliäisyys (productive disposition). [24]

Kaikki nämä Kilpatrickin, Swaffordin ja Findellin mallin viisi osa-aluetta linkittyvät toisiinsa. Keskittymällä vain osaan matemaattisen osaamisen osa-alueista, ei kokonaisvaltainen matemaattinen osaaminen kehity. [24, s. 116]

Ensimmäinen osa-alue eli käsitteellinen ymmärtäminen, tai konseptuaalinen ymmärtäminen, viittaa matemaattisen tiedon strukturointiin. Mitä paremmin operaatioita ja käsitteitä osataan kytkeä toisiinsa eri relaatioilla, sitä helpommin uutta asiaa opitaan ja vanhaa pystytään palauttamaan takaisin mieleen. Käsitteellistä ymmärrystä tulee kasvattaa saman aikaisesti, kun opitaan jotain uutta. Kun opiskelijalla on hyvä käsitteellinen ymmärrys, vaatii uusien asioiden opettelu vähemmän ulkoa opettelua.

Tällöin uusi asia voidaan perustaa jo olemassa olevalle tiedolle. [8, s. 231-232] Uuden tiedon voidaan sanoa olevan konseptuaalista, kun opiskelija osaa yhdistää uuden tiedon jo opittuihin informaatioyksiköihin. Yleisesti tieto rakentuu konseptuaaliseksi silloin kun eri informaatioyksiköiden välille luodaan yhteyksiä. [24, s. 118-120][18, s. 3-4] On myös tärkeää, että käsitteellistä tietoa kasvatetaan mielekkään oppimisen kautta. Käsitteellistä tietoa ei voi syntyä pelkän ulkoa opettelun kautta. Mielekkään oppimisen kautta opitut proseduurit linkittyvät helpommin opittuihin käsitteisiin ja konsepteihin. Jos prosessit ja niiden taitaminen eivät olisi yhteydessä käsitteelliseen ymmärtämiseen, voisi opiskelijoilla olla tunne matematiikan taitamisesta, vaikka he eivät osaisi ratkaista matemaattisia ongelmia tai he pääsisivät ratkaisuun ilman ymmärrystä. [18, s. 8-9]

Proseduraaliseen sujuvuuteen liittyy matemaattisten proseduurien ymmärtämisen lisäksi ymmärrys siitä, milloin ja miten niitä käytetään [24, s. 121]. Proseduraaliseen sujuvuuteen liittyy myös proseduraalinen tieto, joka voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen osa muodostuu matematiikan formaalista esittämisestä symbolein ja toinen osa tavoista ratkoa matemaattisia ongelmia, eli algoritmeista ja proseduureista. [18, s. 6] Proseduraalinen sujuvuus ja käsitteellinen ymmärrys ovat linkittyneet toisiinsa ja ne tukevat toisiaan. Taustalla oleva konseptuaalinen tieto tuo merkityksen symboleille ja niiden käytölle. Konseptuaalisen tiedon kautta matemaattisten prosessien mieleen palauttaminen on helppoa. Kun prosessien ja käsitteiden välille on luotu linkkejä, on prosessien käyttö tehokkaampaa ja niiden valinta helpompaa. [18, s. 10-14] Proseduurien läpikäyminen ja harjoittelu vahvistavat ymmärrystä ja vahvat pohjatiedot ja ymmärrys proseduurien taustalla minimoi virheiden tapahtumista. Pelkkä proseduraalinen sujuminen ei kuitenkaan ole hyväksi vaan tärkeää on rakentaa sitä käsitteellisen ymmärtämisen päälle. Tästä esimerkkinä on vähennyslasku allekkain. Jos opiskelijalla on asiasta vain proseduraalinen ymmärrys, ei opiskelija kiinnitä huomiota, kuinka päin luvut laskussa tulee laittaa. Opiskelija, jolla on käsitteellinen ymmärrys taustalla tietää, että lukujen järjestyksellä on merkitystä. [24, s. 121-124] Koska opiskelijoita on eritasoisia ja erilaisia, on tärkeää, että matemaattisia prosesseja pystytään opetuksessa tuomaan esille sillä tavoin, että heikoimmat saavat ymmärrettäviä ja käyttökelpoisia matemaattisia proseduureja tulevaisuutta ajatellen. Kun proseduraalinen ymmärrys on hyvällä tasolla, niin uusia, vastaan tulevia prosesseja ja menetelmiä osataan käyttää jo aiemmin opittuun. Näin matemaattinen osaaminen karttuu, kun opitaan uusia menetelmiä laskea matemaattisia ongelmia. [8, s.232-232]

Strategisella kompetenssilla viitataan osaamiseen muotoilla esitetty ongelma ymmärrettävässä muodossa ja ratkaista se. Taito muotoilla ongelma uudestaan ymmärrettävään muotoon on tärkeä osa ongelman ratkaisua. Kouluissa strategisen kompetenssin harjoittaminen on vähäistä valmiiksi muotoiltujen tehtävien vuoksi, mutta koulun ulkopuolella tulee vastaan tilanteita joissa ratkaisua voi olla aluksi vaikea löytää. [24, s.124] Strategisessa kompetenssissa lähdetään liikkeelle ongelman muotoilusta joko sanallisesti, symbolisesti, numeerisesti tai graafisesti. Kun strateginen kompetenssi on hyvällä tasolla, tunnetaan useita eri strategioita, joita voidaan soveltaa. Ulkoisesti erilaisilla ongelmilla voi olla matemaattisesti sama struktuuri ja pystytään ratkomaan samanlaisella strategialla. Strateginen kompetenssi liittyy vahvasti proseduraaliseen sujuvuuteen, sillä proseduurit ovat iso osa ongelman ratkaisua. [24, s. 124-129] Ongelmanratkaisuprosessien hallintaan ja myös strategiseen kompetenssiin liittyvät myös metakognitiot. Metakognitiot ohjaavat päätöksentekoa sekä strategioiden käyttöä. [39, s. 25] Metakognitiot voidaan määritellä löyhästi olevan ajattelua omasta ajattelusta. Metakognitioiden tutkimus voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen. Nämä osa-alueet ovat omien ajatteluprosessien tunteminen, kontrolli ja itsesäätely sekä uskomukset ja intuitiot. Lapsena tietoisuus omasta ajattelusta ja ajatteluprosesseista kehittyy ja vanhemmalla iällä kannattaa kiinnittää huomiota omiin ajatteluprosesseihin. Kun tietää mitä taitoja hallitsee voi kehittyä ongelmanratkaisijana. Kontrolli ja itsesäätely vaikuttavat siihen, kuinka hyvin opiskelija on perillä omista tekemisistään. Samanaikaisesti toimiessaan opiskelija arvio tekemistään ja täten arvioi strategioiden soveltuvuutta tilanteisiin. Heikko kontrolli ja itsesäätely ovat yleisiä ongelmia opiskelijoiden ongelmanratkaisuprosesseissa. [51, s. 189-195]

Mukautuva päättely tarkoittaa logiikan käyttämistä asioiden perustelulle ja päättelylle sekä konseptien ja tilanteiden suhteiden ymmärtämiselle. Asian selittämisen ja perustelun arkikielellä lisäksi mukautuvaan päättelyyn kuuluu intuitiivinen ja induktiivinen päättely, jotka perustuvat säännönmukaisuuksiin, metaforiin ja analogioihin. Mukautuva päättely on tärkeä osa matemaattista osaamista, koska oppimiselle on tärkeää, että asiat pystytään itse järkeilemään ja perustelemaan itselleen. [24, s. 129-131]

Viimeinen osa-alue eli yritteliäisyys viittaa matematiikan hyödyllisyyden näkemiseen. Matematiikka pitää ymmärtää tarpeelliseksi ja että sen opiskeluun kannattaa käyttää aikaa. Jos opiskelijat haluavat hallita kaikki muut matemaattisen osaamisen osa-alueet, niin opiskelijoiden tulee vielä ymmärtää, että matematiikka on ymmärrettävissä eikä satunnaista ja että sopivalla määrällä töitä matematiikkaa voi ymmärtää ja käyttää hyödyksi. [24, s. 131] Monella opiskelijalla on valitettavasti matematiikkaa kohtaan ennakkokäsityksiä, jotka ovat usein haitallisia matematiikan oppimisen kannalta. Tällaisia ennakkokäsityksiä ovat, että matematiikka on vain laskemisen opettelua, matematiikka on sääntöjen noudattamista, jotta saavutetaan ratkaisu ongelmaan ja jotkut vain osaavat matematiikkaa ja jotkut eivät. Nämä ennakkokäsitykset eivät pidä paikkaansa, sillä matematiikassa on kyse asioiden ja ongelmien ymmärtämisestä. Kaikki pystyvät ymmärtämään matemaattisia ongelmia, jos vain jaksaa yrittää ja harjoitella. Nämä ennakkokäsitykset silti latistavat monia ihmisiä, jonka takia yritteliäisyys kärsii. [8, s. 219-222]

Korkeakouluissa tulisi opetuksessa keskittyä jokaisen matemaattisen osaamisen osa-alueen opettamiseen jättämättä mitään osa-aluetta vähemmälle painoarvolle. Tässäkin tutkimuksessa pyritään tutkimaan opiskelijoiden matemaattisen osaamisen kehittymistä, jotta jatkossa opiskelijoiden matemaattista osaamista voitaisiin edelleen parantaa. Koska kuitenkin oppiminen korkeakouluissa on jokaisen opiskelijan omalla vastuulla, täytyy opiskelijoiden pitää itse huolta, että heidän matemaattinen osaaminen saa kehitystä kaikilla osa-alueilla. Korkeakouluopetus pelkästään ei välttämättä pysty tarjoamaan tarpeeksi tukea kaikkien matemaattisen osaamisen osa-alueiden kehittämiseen.

2.2 Erilaiset oppijat

Jokainen opiskelija on oppijana erilainen. Opiskelijoiden erilaisuus on asia, joka tulisi ottaa huomioon opetuksessa ja kurssisuunnitteluissa. Opetus tulisi räätälöidä juuri opiskelijoiden ympärille esimerkiksi opiskelijoiden oman reflektoinnin kautta. Tällöin saavutetaan elinikäinen oppiminen (lifelong learning), jolloin voidaan tunnistaa omat vahvuudet ja heikkoudet oppijana. [3, s.1-4] Erilaisuus oppijoina johtaa siihen, että tietynlainen oppimiskokemus ja oppimissisältö johtaa erilaisiin tuloksiin eri opiskelijoilla. Oppijoiden yksilöllisyyttä voidaan kategorisoida kahden päätekijän kautta opiskelijan synnynnäisten luonteenpiirteiden sekä ulkoisten olosuhteiden kautta. Opiskelijan synnynnäisiä luonteenpiirteitä ovat esimerkiksi kognitiivinen tyyli ja ulkoisia olosuhteita esimerkiksi opiskeltava ala. [56, s. 3-4]

2.2.1 Kognitiivinen tyyli

Kognitiivinen tyyli kuvaa tapaa, miten oppija suoriutuu oppimistehtävästä. Kognitiivisia toimintoja ovat esimerkiksi muistaminen, havaitseminen, ongelman ratkaisu, päätteleminen ja ajatteleminen, jotka ovat kytköksissä toisiinsa. [58, s. 19] [17, s. 16] Jokainen ihminen prosessoi tietoa omalla tavallaan ja tiedon prosessointi voi johtaa muutoksiin tiedoissamme, käsityksissämme sekä taidoissamme [58, s. 19]. Kognitiivinen tyyli on yksi vakaimmista luonteenpiirteistä, jotka vaikuttavat opiskelijan suoriutumiseen oppimistilanteessa. Oppijan kognitiivisella tyylillä on vaikutusta sekä sisällön että esitystavan valintaan. Jos opiskelija saa vapaasti valita, valitsee hän todennäköisesti itselleen parhaiten soveltuvat tavat oppia, vaikkei hän itse olisi tietoinen mitä ne ovat. Testeissä ja kokeissa opiskelija suoriutuu parhaiten, kun opetusmateriaalit ovat olleet opiskelijan kognitiivisen tyylin suosimassa muodossa. [56, s. 4] Esimerkiksi, jos oppii ja prosessoi tietoa parhaiten havaitsemisen kautta, niin opetuksessa olisi hyvä olla paljon havainnollistavia esimerkkejä tai demoja, jotta menestystä tulisi.

Kognitiiviseen tyyliin pohjautuu myös konstruktivistinen oppimiskäsitys. Kognitiiviseen oppimistyyliin kuuluu tiedon aktiivinen konstruointi. Tämä kuvastaa ihmisen oppimista, sillä jokainen tulkitsee ja valikoi informaatiota eikä vain passiivisesti rekisteröi kaikkea vastaantulevaa informaatiota. [58, s. 19-20] Konstruktivistinen oppimistyyli on joustava ja sitä edustava opetus riippuu paljon opiskelijan valmiuksista. Tästä syystä ennalta määrättyä tässä oppimis- ja opetustyylissä voi olla vain tavoitteet ja opetustoiminnan kehykset. Tätä perustelee konstruktivistisen oppimistyylin piirteet, kuten uuden tiedon omaksuminen aiempaa tietoa käyttämällä, oppimisen riippuminen oppijan omasta toiminnasta, mielekäs tiedon konstruointi alkaa ymmärtämisen painottamisella, opittavan asian kontekstisidonnaisuus, sosiaalisen vuorovaikutuksen tärkeys sekä oppijan persoonallisuus ja oppimaan oppiminen. [58, s. 121-132]

2.2.2 Ulkoiset olosuhteet

Kognitiivisen tyylin ulkopuolella oppimiseen vaikuttaa ala, mitä opiskellaan sekä tämänhetkinen tietotaso. Korkeakoulutasolla tällä viitataan siihen, että ratkaistavien ongelmien olisi hyvä olla kytköksissä asioihin, joista ollaan kiinnostuneita ja joita ollaan opiskelemassa. [56, s. 4] Kun kiinnostus ja motivaatio opiskeltavaa aihetta kohtaan tulevat opiskelijalta itseltään, on todennäköistä, että opiskelija opiskelee asiaa oma-aloitteisesti [32, s. 170]. Opiskelijan suoritusvalmiuksien ja taitotason yhteensovittamisella on suuri merkitys oppimismotivaatioon. Tässä korostuu ohjaajan rooli. Hyvä ohjaaja osaa tarjota opiskelijoille oikeanlaisia ja tarpeeksi haastavia tehtäviä. Kun tehtävät ovat asetettu sopivanlaisiksi, annetaan opiskelijalle mahdollisuus onnistua ja näin synnytetään opiskelijalle odotuksia omasta menestymisestä. [49, s. 39] Jos materiaali on liian helppoa, on sillä tylsistyttävä vaikutus, taas jos materiaali on liian vaikeaa, on sillä epämotivoiva vaikutus. Tästä syystä opiskelumateriaalien ja tehtävien tulisi vastata opiskelijan alaa ja taitotasoa. [56, s. 4]

2.3 Interaktiivinen oppiminen

Interaktiivisuudella tarkoitetaan tässä kontekstissa vuorovaikutteisuutta. Esimerkiksi opettaja-opiskelija vuorovaikutussuhteessa tämä tarkoittaa sitä, että opettaja ja opiskelija sopivat keskenään rooleistaan ja tehtävistään oppimistapahtumassa eli minkälainen vastuu kummallakin on koko oppimisprosessissa. Tämän tavoitteena on saada opiskelija oppimaan hänen omilla vahvuuksilla, kyvyillä sekä halukkuudella. [10, s. 108] Interaktiivisessa vuorovaikutuksessa suhde opettajan ja opiskelijan välillä paranee. Opiskelija voi vaikuttaa enemmän omaan opiskeluunsa ja oppimiseen liittyviin asioihin, kuten työskentelytapaan. [21, s. 21] Tämän lisäksi hyvällä opettaja-opiskelija-vuorovaikutussuhteella on positiivisia vaikutuksia opiskelumenestykseen. [4, s. 120-130]

On siis tärkeää ylläpitää hyvää suhdetta opiskelijoiden ja opettajien välillä, jotta opiskelijat menestyisivät opinnoissaan paremmin ja opettajat voisivat opettaa oppilaita tarvittavalla tavalla. Interaktiivisen oppimisen edistämiseksi voidaan käyttää opetusmuotoina ryhmätyöskentelyä ja vertaisopetusta.

2.3.1 Ryhmätyöskentely

Ryhmätyöskentelyä hyödynnetään, kun opiskelijoita halutaan aktivoida, halutaan lisätä vuorovaikutusta ja tavoitellaan laadukkaampaa työskentelyä [23, s. 39-42]. Jotta ryhmässä opiskelijat aktivoituisivat, kehotetaan heitä pohtimaan asioita yhdessä ja vastuuta siirretään enemmän opiskelijoille [23, s. 42]. Oma aktiivisuus on ryhmätyöskentelyssä tärkeää, jotta tiedon käsittely ja osaaminen eri tavoin, kuten puhumalla, kuuntelemalla, lukemalla, kirjoittamalla ja reflektoimalla, kehittyy [34, s. 36-37].

D. W. Johnsonin, R. T. Johnsonin, Holubecin ja Royn mukaan [22] yhteistyökykyinen ryhmätyöskentely voidaan jakaa neljään oleelliseen osa-alueeseen. Ensimmäinen osa-alue on positiivinen riippuvuus toisista (positive interpedence). Tällä viitataan siihen, että työskennellessä ryhmässä on oleellista, että jokainen hoitaa osuutensa prosessissa. Tällöin jokaisella on oma panoksensa ryhmän työskentelyyn, sillä toisen onnistuminen johtaa toisen onnistumiseen. [22, s. 8]

Toinen osa-alue on kanssakäyminen toisten kanssa (face-to-face interaction). Riippuvuus toisista ryhmässä johtaa kanssakäymiseen toisten ryhmäläisten kanssa. Jotta ryhmän tavoitteita voidaan ylläpitää, niin tulee keskustella toistensa kanssa ja jakaa tietoa muille. [22, s. 8]

Kolmantena osa-alueena on yksilön vastuu (individual accountability). Jotta ryhmässä voidaan maksimoida tulokset, niin jokaisen ryhmässä olevan henkilön tulee saavuttaa paras mahdollinen henkilökohtainen suoritus. Ryhmässä on tärkeä tuntea muiden kyvykkyydet, jotta osataan tarjota riittävästi tukea ja apua toisille. [22, s. 8]

Neljäs ja viimeinen osa-alue on ihmissuhde- ja pienryhmätaidot (Interpersonal and small-group skills). Ryhmässä tulee osata tehdä yhteistyötä muiden kanssa. Jos samaan ryhmään laitetaan esimerkiksi antisosiaalisia opiskelijoita, ei työskentelystä tule mitään, kun opiskelijat eivät kommunikoi keskenään. Opiskelijoille on syytä opettaa ja kannustaa käyttämään sosiaalisia taitoja. On hyvä myös antaa aikaa opuskelijoille tutustua muihin ryhmäläisiin. [22, s. 8]

Yhteistyökykyinen ryhmätyöskentely eroaa hieman tavanomaisesta ryhmätyöskentelystä. Yhteistyökykyinen ryhmätyöskentely pyrkii koko ajan tiedostamaan oman tuottavuuden ja jakaa vastuuta tasaisesti kaikkien kesken ja jokainen pitää kiinni omista vastuualueistaan. Yhteistyökykyisessä ryhmätyöskentelyssä opettaja tarkkailee edistymistä ja auttaa oikeaan suuntaan tarpeen vaatiessa. Tällöin ryhmässä pysytään keskeisissä asioissa. Tavanomaisessa ryhmätyöskentelyssä toiminta on organisoitu heikommin ja vastuita ei ole tarkasti jaettu ja kaikki pitävät lähinnä huolta omasta oppimisestaan, eivätkä välttämättä ryhmän tavoitteista. Opettajan rooli on myös huomattavasti vähäisempi. Oppimistavoitteiden saavuttamiseksi on yhteistyökykyinen ryhmätyöskentely parempi vaihtoehto ja pitämällä kiinni sen neljästä osa-alueesta, saavutetaan paras mahdollinen tulos. [22, s. 9-10]

2.3.2 Vertaisopetus

Vertaisopetus on opetuksen muoto, missä opiskelijoille annetaan tilanteita, jossa he joutuvat keskustelemaan toistensa kanssa, miettimään ja argumentoimaan mielipiteittensä puolesta sekä reflektoimaan opittua asiaa [38]. Vertaisopetuksessa pyritään sellaiseen opettamiseen, jossa ei pelkästään anneta uutta tietoa, vaan syvennetään jo olemassa olevaa tietoa. Tärkeää vertaisopetuksessa on, että opiskelijoilla on käytävästä aiheesta jo pohjatietoja, muuten ei ole mitään tietoa, mitä syventää. Vertaisopetuksella pyritään saamaan opiskelijat keskustelemaan keskenään ja miettimään käsiteltyä asiaa argumentoinnin ja reflektoinnin kautta. Vertaisopetus on samankaltaista Sokrateen opetusmenetelmien kanssa, missä vastausten sijaan tarjotaan opiskelijoille kysymyksiä. [25, s. 74] Vertaisopetuksen avulla saadaan kaikki opiskelijat aktivoitumaan, kun esimerkiksi normaalissa luento-opetuksessa vain harva opiskelijoista on aktiivisesti opetuksessa mukana [6, s. 974].

Vertaisopetuksella pyritään siihen, että opiskelijat itse hankkivat tietoa opetettavasta aiheesta. Tämä korostaa oppimisprosessia, mahdollisia oppimisongelmia ja ennakkokäsityksiä, jolloin näihin on helpompi puuttua tarvittaessa. Vertaisopetuksen kautta opettajakin saa paremman käsityksen opiskelijoiden osaamisesta ja voidaan varmistua siitä, että mitään oleellista ei jää oppimatta. [25, s. 74]

Tärkeää vertaisopetuksessa on, että opettaja esittää opiskelijan ongelmasta kysymyksiä siten, että se saa opiskelijan pohtimaan asiaa ja keskustelemaan asiasta muiden opiskelijoiden kanssa. Kysymyksen asettelu on oleellisin osa, sillä sen on tarkoitus herättää keskustelua ja pohdintaa. Opiskelijat argumentoivat keskustelussa omia ja toistensa mielipiteitä ja ajatuksia ja päätyvät lopputulokseen. Keskusteluissa esiintyy usein haparointia ja tätä kautta ongelmia, mutta vertaisopetuksessa niistä on helppo puhua. Lopuksi keskustellaan opettajan kanssa opiskelijoiden vastauksista ja argumenteista. Keskustelussa on syytä pysyä opiskelijoiden, eikä opettajan argumenteissa ja perustella oikeaa tulosta nimenomaan opiskelijoiden argumenttien kautta. [25, s 75-76]

Vertaisopetuksen avulla opiskelijat saavat opiskeltavasta aiheesta tavallista syvemmän ymmärryksen ja heidän itseluottamus saadaan kasvamaan. Opiskelijoiden väliset suhteet kehittyvät positiiviseen suuntaan ja niin käy opiskelijoiden yleiselle olemuksellekin. Positiivinen suhtautuminen toisiin ihmisiin ja opiskeluun auttaa luomaan rakentavan oppimisympäristön. [5, s. 110]

3. SÄHKÖISET VIESTINTÄJÄRJESTELMÄT MATEMATIIKAN OPPIMISEN TUKENA

Sähköisiä järjestelmiä käytetään paljon korkeakouluissa ja vuonna 2007 valtaosa opettajista käytti esimerkiksi tieto- ja viestintätekniikkaa opetuksessaan tai opetuksen valmistelussa [43, s. 92-93]. Viestintätekniikka, etenkin pikaviestimet eli viestintäsovellukset, ovat hyvä lisä tukiopetustoiminnalle. Tällöin apu on tavoitettavissa esimerkiksi puhelimen välityksellä nopeasti ja missä tahansa. Nykyään lähes jokainen omistaa älypuhelimen, joten viestintäsovelluksien käyttö on kätevää puhelimella. Älypuhelimet mahdollistavat sähköiselle tukitoiminnalle paljon uusia puolia. Hyvälaatuisten kameroiden ansiosta voidaan joitain asioita selventää kuvien avulla, esimerkiksi ottamalla kuvan tehtävän ratkaisumenetelmästä, jota olisi sanoin vaikea selittää. Näin opetuksen tukeminen sähköisten palveluiden avulla on nykypäivänä jopa kannattavaa. Resurssien puolesta ei korkeakoulut kuitenkaan pysty viestintäsovelluksien kautta tarjoamaan kokoaikaista apua. Kannustamalla opiskelijat auttamaan toisiaan viestintäsovelluksien välityksellä, saataisiin viestintäsovelluksista suurin hyöty opiskelijoille.

3.1 Viestintäsovellukset

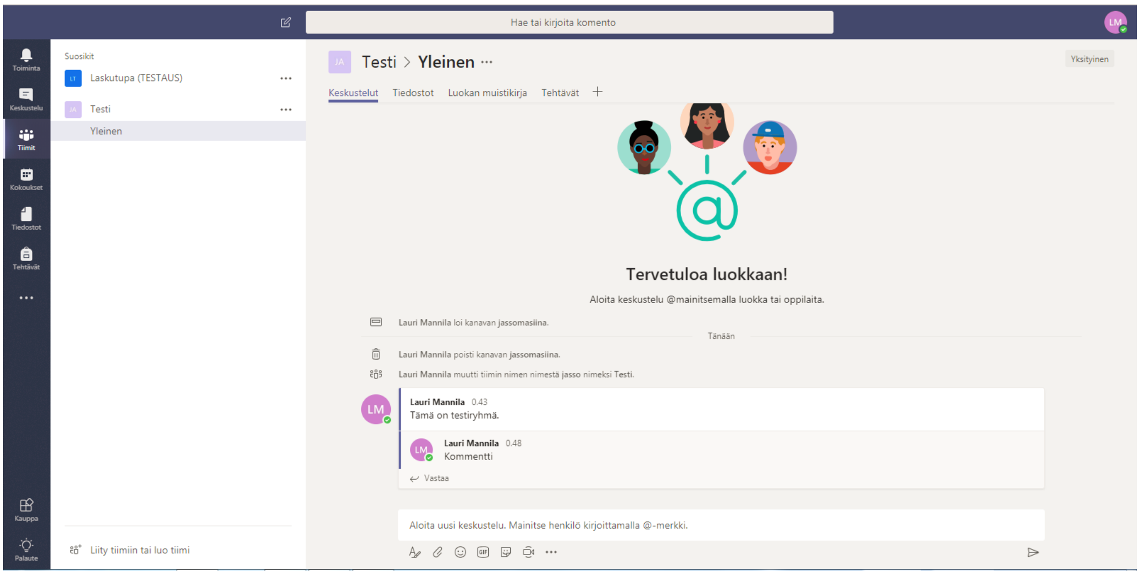
On olemassa jo monia viestintäsovelluksia, joita ihmiset käyttävät päivittäin toisillensa viestittelyyn. Vuoden 2017 huhti-toukokuussa tehdyn kyselyn [14] mukaan pikaviestimien ja sosiaalisen median käyttö on kasvanut viimeisen kahden vuoden aikana. Kyselyn mukaan neljä viidestä aikuisesta viestittelee päivittäin ja nuorista vielä enemmän. Lukumäärällisesti pikaviestimien käyttö kasvaa tulevaisuudessa [54].

Pikaviestintäsovelluksia käytetään pääasiallisesti yleiseen viestittelyyn. Tällaiset yleiset pikaviestintäsovellukset eivät sovellu projektien organisoimiseen tai ryhmätoiminnan edistämiseen, jotka ovat yritysmaailmassa sekä joillain korkeakoulukursseilla esiintyviä tarpeita. Yrityksissä ja korkeakoulukursseilla olisi tärkeää pystyä viestintäsovelluksen avulla organisoimaan keskusteluja asioiden selkeyttämiseksi. Tästä syystä monissa yrityksissä ja korkeakoulukursseilla käytetään viestintäsovelluksia, joissa keskustelua voidaan organisoida. Tällöin ryhmätyöskentely yrityksissä tai korkeakoulukursseilla sujuu selkeämmin. On tärkeää, että sovelluksen avulla voidaan jakaa eri aiheisia keskusteluita eri kanaville ja jakaa tiedostoja sekä kuvia helposti. Organisoituun ryhmätyöskentelyyn tarkoitettuja viestintäsovelluksia ovat muun muassa Slack, HipChat, BaseCamp ja Microsoft Teams. Näistä sovelluksista perehdytään tässä tutkimuksessa tarkemmin Slackiin sekä Microsoft Teamsiin, koska nämä olivat ominaisuuksiltaan sopivimmat sovellukset tähän tutkimukseen. Lopuksi selvitetään, miksi tässä tutkimuksessa päädyttiin käyttämään Slackia.

3.1.1 Microsoft Teams

Microsoft Teams on maaliskuussa 2017 Microsoftin luoma viestintä sovellus [42]. Microsoft Teams on kasvanut nopeasti ja nykyään jo 200 000 eri järjestöä käyttää Teamsiä [42]. Teams tarjoaa paljon ominaisuuksia, joiden ansiosta se on erinomainen sovellus ryhmätyöskentelyn tukemiseksi [42]. Käydään seuraavaksi läpi Microsoft Teamsin tärkeimpiä ominaisuuksia.

Microsoft Teamsiä voi käyttää jokainen Office 365 -palveluun käyttäjätilin luonut henkilö. Microsoft Teams on helppokäyttöinen kaikille, sekä ryhmän ylläpitäjälle että sen käyttäjälle. Teamsiä pystyy käyttämään yhtä lailla älypuhelimella, tabletilla sekä tietokoneella. Ryhmän, tai Microsoft Teamsissa tiimin, luonti on helppoa ja tiimin luoja voi muokata sen asetuksia parhaaksi katsomallaan tavalla monipuolisesti. Tiimiä luodessa voi tiimin tyypiksikin valita omaan tarkoitukseen sopivan. Vaihtoehtoina ovat Luokat, PLC:t, Henkilöstöt ja Kuka tahansa. Tiimin tyypit on selitetty selkeästi tiimiä luodessa. Tiimiin voi ylläpitäjä lisätä jäseniä tai käyttäjät voivat itse liittyä ryhmään liittymislinkin kautta. Jokaisen tiimin alle voi luoda niin sanottuja aliryhmiä eli kanavia. Kanavia voi luoda useita ja tekemällä tiimin alle kanavia pystytään keskustelua ohjaamaan oikeaan paikkaan oikeista aiheista. Kuten tiimiinkin, voi ylläpitäjä lisätä käyttäjiä kanaville tai käyttäjät voivat itse liittyä kanaville esimerkiksi linkin välityksellä. Käyttäjät voivat merkitä haluamiaan kanavia suosikeihin tai seurata kanavaa, jolloin kanava pysyy aktiivisesti näkyvillä käyttäjälle. Käyttäjä saa aina ilmoituksen viestistä, kun se tulee suosikkikanavalle tai seuratulle kanavalle.



Kuva 3.1 *Microsoft Teamsin ulkoasu tietokoneella.*

Ulkoasultaan Teams on todella selkeä ja hyvin samankaltainen muiden viestintäsovellusten kanssa. Positiivisia lisäominaisuuksia ovat mahdollisuus muokata omia viestejä ja vastaaminen suoraan toisten ihmisten viesteihin, jolloin vastausviestit eivät huku muiden viestien joukkoon. Viesteihin voi myös merkitä muita henkilöitä, jolloin he saavat huomautuksen, että he ovat saaneet heille kohdennetun viestin. Tämän lisäksi, henkilöille voi lähettää yksityisviestejäkin, jos ei halua lähettää viestejä kanavalle kaikkien nähtäväksi. Viestejä voi nostaa esille keskusteluista (pin). Tällöin tärkeimmät kanavalle tulleet viestit ovat erikseen luettavissa eivätkä viestit katoa muiden viestien joukkoon. Microsoft Teamsissä voi jakaa tiedostoja kaikkien näkyviin Tiedostot-osioon. Tällöin kaikki tiedostot ovat helposti löydettävissä samassa paikassa. Riippuen tiimin tyyppivalinnasta voi tiimissä jakaa myös esimerkiksi tehtäviä. Tehtäviä voi jakaa tiimin tyypin ollessa Luokka.

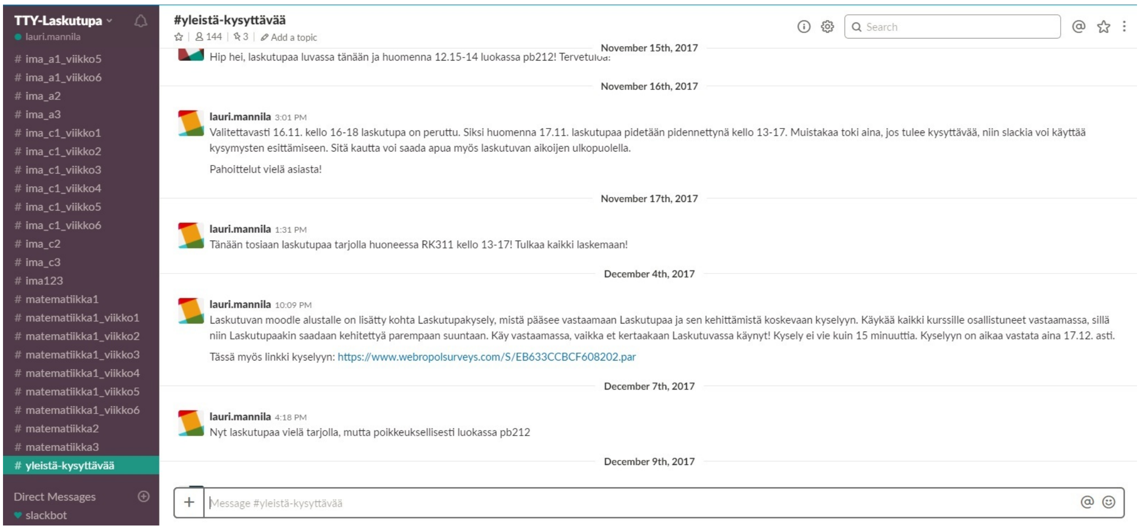
Koska Microsoft Teams toimii osana Office 365 -palvelua, on Teams linkitetty muihin Microsoftin palveluihin, kuten Outlook-sähköpostiin [41]. Tämän lisäksi, että Teams on linkitetty Microsoftin palveluihin ja sovelluksiin, voidaan Teams linkittää Microsoftin ulkopuolisiin sovelluksiin. Teams voidaan tarpeen vaatiessa integroida tarpeelliseksi koettuun sovellukseen Teams app studion avulla. Tätä kautta voidaa myös luoda oma sovellus Teamsiin.

Vaikka Teams on uusi palvelu markkinoilla, on se noteerattu jo maailmalla. Teams voitti maaliskuussa 2018 Best of Enterprise Connect -palkinnon. Palkinto on tunnustus Teamsin visionäärisestä ideasta tehdä Teamsistä Office 365 -palvelun ryhmätyöskentelyn keskiö. Kilpailussa oli mukana ehdokkaita 40:stä yrityksestä ja kilpailussa kiinnitettiin huomiota sovelluksen teknologisiin etuihin, laajuuteen, relevanssiin yrityksille, hinnoitteluun ja vaikutusta liiketoimintaan. [60]

3.1.2 Slack

Slack on yksi käytetyimmistä yritysten viestintäsovelluksista. Monet ovat listanneet Slackin parhaaksi yritysten viestintäsovellukseksi. [9, 15] Koska Slack toimii yritystoiminnan organisoimiseen, on se myös käytännöllinen tukiopetusryhmän organisoimiseen.

Slack on helppokäyttöinen sekä ryhmän ylläpitäjälle että sen käyttäjälle. Slackissa uuden ryhmän voi luoda Slackin omilta sivuilta ja ryhmän luomiseen tarvitsee antaa vain oma sähköpostiosoite, ryhmälle nimi, sopiva url-osoite sekä itselleen käyttäjänimi. Tämän jälkeen Slack-ryhmään voi kutsua jäseniä tai lisätä liittymislinkin, jolloin liittyminen Slack-ryhmään onnistuu linkin kautta. Slack ohjeistaa selkeästi, kuinka toimia, kun ryhmää luodaan ja kun siihen liitytään. Ryhmän asetusten muuttaminen haluamanlaiseksi onnistuu asetuksista ja asetukset-osio on myös selkeästi ohjeistettu. Slackia pystyy käyttämään yhtä lailla tabletilla, tietokoneella ja puhelimella, jolloin sitä pystyy käyttämään lähes missä tahansa. Kuvassa 3.2 nähdään miltä Slackin ryhmä näyttää tietokoneella käytettynä.



Kuva 3.2 Slackin ulkoasu tietokoneella.

Slack on ulkoasultaan hyvin samankaltainen kuin muutkin viestintäsovellukset. Itse lähettämäänsä viestiä voi halutessaan muokata. Tätä ominaisuutta ei aivan kaikissa viestintäsovelluksissa ole. Slackissa on normaalin viestien ja tiedostojen lähettämisen lisäksi ominaisuus, jossa voi kommentoida kanavalle tullutta viestiä. Näin saadaan ohjattua tiettyyn viestiin tai kuvaan tai muuhun jaettuun tiedostoon liittyvää keskustelua kyseisen aiheen alle. Tällä tavoin aiheeseen liittyvät kommentit eivät katoa viestimassaan vaan ovat löydettävissä kyseisen viestin tai tiedoston alta.

Slackissa pystyy merkitsemään viestiinsä tietyn tai tietyt henkilöt, jolloin he saavat erikseen huomautuksen viestistä. Slackissa jokainen voi myös merkitä itselleen tärkeät viestit tähdellä, jolloin Slack laittaa muistiin kyseiset viestit. Viestejä, joihin tietty käyttäjä on merkitty, pääsee Slackissa erikseen selaamaan, jolloin käyttäjälle tarkoitettuihin viesteihin pääsee nopeasti käsiksi. Samalla lailla käyttäjä pääsee nopeasti käsiksi itselleen tärkeiksi merkittyihin viesteihin, jolloin niitä ei tarvitse etsiä muiden viestien seasta.

Ryhmän ylläpitäjä voi myös nostaa tiettyjä viestejä esille keskustelussa (pin). Nostettu viesti on jokaisen nähtävissä ja nostettuja viestejä voi selata samanlailla kuin itsellesi tärkeitä, tähdellä merkittyjä viestejä. Jos Slackin keskusteluista haluaa löytää viestin, jota ei ole nostettu tai merkitty omiin suosikkeihin, niin Slackissa on myös hakuominaisuus. Hakuominaisuuden avulla voi etsiä tiettyä viestiä ryhmästä. Haun avulla voi etsiä myös ryhmään kuuluvia jäseniä. Ryhmäkeskustelujen lisäksi Slackissa voi laittaa yksityisviestejä myös muille Slackin käyttäjille. Yksityiskeskusteluissa toimivat samat ominaisuudet kuin ryhmäkeskusteluissakin.

Slackissa saman ryhmän alle voi luoda eri kanavia. Nämä ovat tavallaan aliryhmiä koko ryhmälle. Esimerkiksi yrityksissä voidaan tehdä oma kanava jokaiselle projektille, jolloin oikeaan projektiin kuuluvat asiat pysyvät oikealla kanavalla. Kanavia voi luoda niin paljon kuin haluaa, joten kanavajaottelun voi tehdä itse parhaaksi katsomallaan tavalla. Kanaville liittyminen on myös helppoa. Kanavalle voi liittyä kutsun kautta tai hakemalla kanavan nimeä. Kanavia voi myös merkitä itselleen tähdellä, jolloin itselleen tärkeimmät kanavat tulee itselle näkyviin ylimmäksi kanavapalkkiin vasemmalle puolelle, kuten voi nähdä kuvasta 3.2.

Slack toimii yhteydessä monen muun sovelluksen kanssa. Slackiin on integroitu valmiiksi sovelluksia, kuten Google Drive ja github sekä muita yleisesti käytettyjä sovelluksia. Tarvittaessa Slackiin saa integroitua myös uuden sovelluksen, jota voi käyttää Slackin välityksellä.

3.2 Viestintäsovelluksien vertailu

Suunniteltaessa viestintäsovelluksen valintaa matematiikan tukiopetusryhmän käyttöön ja sen tueksi korostuu tietyt tarpeet, joita sovellukselta vaaditaan. Viestintäsovelluksen tulee olla helppokäyttöinen sekä ylläpitäjälle että normaaleille käyttäjille.

Sovelluksen avulla keskustelua tulee pystyä organisoimaan ja pitämään järjestelmällisenä. Esimerkiksi tukiopetustarkoituksissa on oleellista, että viesti tulee oikealle kanavalle, jotta heti viestin tullessa tiedetään, mistä aiheesta on kyse. Tästä syystä vaihtoehdoista jäivät pois WhatsApp, Telegram ja muut näiden kaltaiset viestintäsovellukset, koska keskustelua ei voi näissä sovelluksissa kunnolla organisoida. Tässä työssä päädyttiin vertailemaan keskenään viestintäsovelluksia Slack ja Microsoft Teams, koska kyseiset sovellukset ovat ominaisuuksiltaan sopivia Tukiopetustarkoituksiin.

Microsoft Teams on ominaisuuksiltaan hyvin samankaltainen kuin Slack ja onkin luotu kilpailemaan Slackin kanssa. [36] Teams toimii Microsoftin alla, joten jokaisella TTY:n opiskelijalla on mahdollisuus käyttää Teamsia ilamiseksi, koska TTY:llä käytetään Office 365 -palvelua. Ominaisuuksiltaan molemmat sovellukset ovat hyvin samankaltaisia. Molempia pystyy käyttämään usealla laitteella, molemmat pystytään linkittämään muihin sovelluksiin ja molemmissa sovelluksissa ryhmää voidaan organisoida järjestelmällisesti. Ominaisuuksien puolesta molemmat viestintäsovellukset kelpaisivat tukiopetusryhmän vaatimaan käyttöön.

Tässä tukitoimintakokeilussa päädyttiin käyttämään Slackia. Slack valittiin Microsoft Teamsin sijaan, koska kun tätä kokeilua alettiin suunnittelemaan, oli Teams vielä uusi sovellus. Teamsilta puuttui tällöin vielä ominaisuuksia, joita Slackilla jo oli. Microsoft Teams on lisännyt ominaisuuksiaan vähitellen, mutta valinnan hetkellä Slack vaikutti valmiimmalta ja varmemmalta valinnalta. Koska Slack oli myös nimitetty parhaaksi yritysten käyttämäksi viestintäsovellukseksi useammassakin arvostelussa [9, 15], oli tiedossa, että Slack soveltuu mainiosti ryhmätoiminnan organisoimiseen.

Tulevaisuudessa saattaa olla järkevää siirtyä käyttämään Microsoft Teamsiä tukitoiminnan osana Slackin sijaan. Teamsillä on hyvä puoli, että se on osa Office 365 -palvelua, mikä on jokaisella TTY:n opiskelijalla käytössä. Teams olisi suoraan yhteydessä opiskelijoiden sähköpostiin, joten tiedotus olisi helppoa. Jos Teamsin ominaisuuksia päivitetään jatkossakin, ja Teams pysyy helppokäyttöisenä, niin Teamsin käyttöä kannattaa harkita. Tällä hetkellä Slack on vielä varmempi ja luotettavampi tähän tarkoitukseen.

3.3 Haasteet

Käytettävissä viestintäjärjestelmissä voi olla nyansseja, joita opiskelijat tai opettajatkaan eivät välttämättä hallitse. Sähköisten viestintäjärjestelmien käyttöä voi haitata myös päinvastainen toiminta eli opettaja käyttää tarjolla olevaa tekniikkaa liiaksi. Opettaja saa tällöin järjestelmän vaikuttamaan opiskelijoiden silmin haastavalta ja vaikeakäyttöiseltä. Vaikka pikaviestimien avulla on helppo osallistua ryhmätoimintaan ja keskusteluun, ei sähköinen järjestelmä takaa kaikkien aktiivista osallistumista, vaan osa saattaa edelleen vetäytyä ja jäädä huomiotta. Sähköisiin järjestelmiin liittyy myös aina opettajasta tai opiskelijoista riippumatonta epävarmuutta, kuten nettiyhteyden katkeaminen. [30, s. 57-58]

4. MATEMAATTINEN TAUSTA

4.1 Tekstinlouhinta

Tekstinlouhinta on menetelmä kerätä tietoa eli dataa tekstistä. Dataa on olemassa kaikkialla eri muodoissa niin paljon, että ihmisten ei ole järkevää kerätä ja analysoida kaikkea dataa käsin. Siksi on luotu tietokoneavusteisia keinoja löytämään hyödyllistä informaatiota datan seasta. Nämä keinot kuuluvat KDD:n (Knowledge Discovery in Database) alaisuuteen. Datan louhimiseen käytetään erilaisia menetelmiä, joita kutsutaan yleisnimellä tiedonlouhinta (Data Mining). Tekstinlouhinta on tiedonlouhinnan osa-alue [11, s. 82] Kuten yleisesti tiedonlouhinnassa, voidaan tekstinlouhinnan keinot luokitella KDT-systeemeihin (Knowledge Discovery in Texts). Näillä menetelmillä pyritään löytämään hyödyllistä informaatiota suurten tekstimassojen joukosta. [12, s. 112]

Tekstinlouhinnassa on oleellista louhinnan jälkeen pystyä esittämään dokumentista tai muusta tekstilähteestä saatu informaatio järkevässä ja ymmärrettävässä muodossa. Yleinen tapa esittää tekstin sisältämää informaatiota on kerätä sanat monijoukkoon (bag), jättää sanajärjestys huomiotta ja kerätä informaationa ylös vain, kuinka monta kappaletta jokaista sanaa on louhitussa tekstissä. Tästä informaationkeruusysteemistä käytetään nimityksiä BOW (Bag of Words) ja vektoriavaruusmalli VSM (Vector Space Model). [40, s. 166-167] Vaikka nämä mallit ovat yleisiä tekstinlouhinnassa, niin ne eivät ole kuitenkaan aina toimivia malleja. Oikeanlaisen informaationkeruusysteemin löytäminen tai suunnittelu voi osoittautua hankalaksi. [2] Tässä työssä BOW ja VSM kuitenkin palvelevat hyvin oikeanlaisen informaation keruuta.

BOW ja VSM-mallissa joitain sanoja saatetaan jättää huomiotta ja näitä sanoja kutsutaan stop-sanoiksi. Tällaiset sanat ovat sisällöltään merkityksettömiä tai todella vähän informaatiota sisältäviä. Tällaisia sanoja ovat esimerkiksi partikkelit, kuten sanat “ja”, “tai” ja “että”. [33] Yleensä myös morfologisesti samat sanat, kuten vaikka “talo”, “talossa” ja “taloon”, lasketaan olevan sama, perusmuodossa oleva sana, tässä tapauksessa “talo". Tämä sanojen morfologinen tarkastelu tapahtuu perusmuotoistamisprosessin kautta (Lemmatization). [40, s. 166-167]

4.2 Vektoriavaruusmalli

Vektoriavaruusmalli (Vector Space Model) on malli, jonka avulla dokumentit voidaan esittää numeerisina vektoreina. Ymmärtääksemme, mitä Vektoriavaruusmalli tarkoittaa matemaattisesti, tehdään aluksi muutama määritelmä.

Määritelmä 4.1. *Monijoukko* on joukon $A = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$ ja funktion $f : A \to \mathbb{N}$ pari $A_f = \langle A, f \rangle$. Monijoukossa funktio f kuvaa joukon A alkioiden ilmenemiskertojen lukumäärää kyseisessä monijoukossa. [55]

Monijoukoissa ei ole merkitystä alkioiden järjestyksellä, vaan lukumäärällä.

Määritelmä 4.2. Olkoon $A_f = \langle A, f \rangle$ ja $A_g = \langle A, g \rangle$ kaksi monijoukkoa. Monijoukko A_f on monijoukon A_g *osamonijoukko*, jos kaikilla $a \in A$

$$f(a) \leq g(a)$$

ja tällöin merkitään $A_f \subseteq A_g$. [55]

Määritelmä 4.3. Olkoon $A_f = \langle A, f \rangle$ ja $A_g = \langle A, g \rangle$ kaksi monijoukkoa. Monijoukot A_f ja A_g ovat samat, eli $A_f = A_g$, jos $A_f \subseteq A_g$ ja $A_g \subseteq A_f$ [55]

Tässä työssä dokumentit ovat monijoukkoja ja muista monijoukoista poiketen merkitään $d = \langle V, f_d \rangle$. Dokumenttien alkioina ovat välimerkein erotetut merkkijonot eli esimerkiksi sanat, numerot ja yhdyssanat. Välimerkkejä, kuten pistettä ja pilkkua ei huomioida ja ne jätetään pois merkkijonoista. Tässä työssä näitä merkkijonoja kutsutaan tästä eteenpäin yleisnimellä sanat.

Määritelmä 4.4. Olkoon monijoukko $D_f = \langle V, f \rangle$, missä $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_n\}$, dokumenttien monijoukko. Tällöin joukkoa $V = \bigcup_{i=1} d_i$, joka on eri sanojen joukko näiden dokumenttien joukossa, kutsutaan *sanastoksi*.

Määritelmä 4.5. Sanan $t \in V$ esiintymiskertojen lukumäärää yhdessä dokumentissa $d \in D_f$ kutsutaan *sanafrekvenssiksi* ja merkitään funktiolla $f(t) \geq 0$. Vastaavasti dokumenttien lukumäärää, joissa sana $t \in V$ esiintyy, kutsutaan *sanan dokumenttifrekvenssiksi* ja merkitään funktiolla $h(t)$. [35, s. 117]

Dokumenttien sanafrekvenssi on aina vähintään 0, koska sanoja ei voi olla dokumentissa negatiivista määrää.

Määritelmä 4.6. Oletetaan, että dokumentti $d \in D_f$ on äärellinen ja sanastossa V on m sanaa. Tällöin dokumentin d *sanafrekvenssivektori* on

$$\mathbf{f}_d = (f_d(t_1), f_d(t_2), ..., f_d(t_m)).$$

[1, s. 4]

Esimerkki 4.1. Tutkitaan ovatko lauseet “Pakistan on suurempi valtio kuin Suomi ja suurempi kuin Ruotsi.” ja “Ruotsi on suurempi valtio kuin Suomi ja suurempi kuin Pakistan.” monijoukkoina samat.

Merkitään ensimmäisen lauseen muodostamaa monijoukkoa A_f ja jälkimmäisen A_g. Kahden lauseen eli dokumentin muodostama sanasto

$$V = \{\text{“ja”}, \text{“kuin”}, \text{“on”}, \text{“Pakistan”}, \text{“Ruotsi”}, \text{“Suomi”}, \text{“suurempi”}, \text{“valtio”}\}.$$

Näin ollen dokumentin A_f sanafrekvenssivektori $\mathbf{f}_{A_f} = (1, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1)$ ja dokumentin A_g sanafrekvenssivektori $\mathbf{f}_{A_g} = (1, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1)$. Koska kaikilla sanoilla $t_i \in V$ $f(t) \leq g(t)$ niin $A_f \subseteq A_g$ sekä $g(t) \leq f(t)$ niin $A_g \subseteq A_f$, joten $A_f = A_g$.

Kuten esimerkistä 4.1 nähdään, sanojen järjestyksellä ei ole monijoukoissa merkitystä. Siksi dokumentit voivat olla sama monijoukko, vaikka ne merkitykseltään poikkeavat toisistaan. Monijoukkoja vertaillessa vain sanojen esiintymislukumäärällä on merkitystä.

Jokaisen sanan paikalla VSM-mallissa on muuttuja, jolla on numeerinen arvo, ilmaisemassa sanan painoa (weigth) dokumentissa. Tässä työssä tarkastellaan termien painottamiselle TF-IDF-mallia (Term frequency-inverse document frequency).

Määritelmä 4.7. *TF-IDF-mallissa* sanan $t \in V$ frekvenssi $f_d(t)$ dokumentissa $d \in D_f$ on normalisoitu *IDF-termillä* $\log \dfrac{\mathbf{1} \cdot \mathbf{h}}{h(t)}$. [1]

Määritelmä 4.8. Olkoon $t \in d$ sana. Tällöin $q(t)$ on sanan t *paino*, joka lasketaan

$$q(t) = f_d(t) \log \frac{\mathbf{1} \cdot \mathbf{h}}{h(t)}. \tag{4.2}$$

Tämä normalisointi vähentää useasti esiintyvien sanojen painoarvoa, mikä tekee dokumenttien vastaavuuden toteamisesta helpompaa, koska nyt sanat, joita esiintyy relatiivisesti vähemmän saavat myös painoarvoa.[1, s. 4] Useammin esiintyvillä sanoilla IDF-termi on pieni ja harvemmin esiintyvillä sanoilla IDF-termi on suuri.[35, s. 118]

4.3 Dokumenttien vertailu

Monijoukot voidaan ilmaista sanavektoreina Määritelmän 4.6 mukaan, jolloin dokumentin $d \in D_f$ sanavektori on $\mathbf{f}_d$, mikä ilmaisee jokaisen dokumentin d sanan frekvenssit.

Dokumentteja vertailessa verrataan eri dokumenttien sanavektoreita.

Määritelmä 4.9. Olkoon $d_i, d_j \in D_f$ dokumentteja ja $\mathbf{f}_{d_i}$ ja $\mathbf{f}_{d_j}$ näiden dokumenttiensanavektorit. Tällöin dokumenttien d_i ja d_j välinen *kosinisimilaarisuus* on

$$\cos(d_i, d_j) = \begin{cases} \dfrac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_j}||}, & \text{jos } \mathbf{f}_{d_i} \neq \mathbf{0} \text{ ja } \mathbf{f}_{d_j} \neq \mathbf{0} \\ 0, & \text{jos } \mathbf{f}_{d_i} = \mathbf{0} \text{ tai } \mathbf{f}_{d_j} = \mathbf{0} \end{cases}$$

missä $\mathbf{f}_{d_i}$ ja $\mathbf{f}_{d_j}$ ovat kahden toisiinsa verrattavan dokumentin sanavektorit.

Kosinisimilaarisuuden suuruus kuvastaa dokumenttien similaarisuutta, mitä suurempi on kosinisimilaarisuuden arvo, sitä samankaltaisemmat dokumentit ovat.

Lause 4.1. *Dokumenttien $d_i, d_j \in D_f$ välinen kosinisimilaarisuus*

$$\cos(d_i, d_j) \in [0, 1].$$

Todistus. Jos vähintään toinen dokumenteista on tyhjä eli $\mathbf{f}_{d_i} = \mathbf{0}$ tai $\mathbf{f}_{d_j} = \mathbf{0}$, niin Määritelmän 4.9 mukaan $\cos(d_i, d_j) = 0$.

Seuraavaksi oletetaan, että $\mathbf{f}_{d_i} \neq 0$ ja $\mathbf{f}_{d_j} \neq 0$. Käytetään Cauchy-Schwarzin epäyhtälöä [59]. Näin saadaan

$$|\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}| \leq ||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_j}|| \Leftrightarrow \frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_j}||} \leq 1 \Leftrightarrow \cos(d_i, d_j) \leq 1$$

Sanavektorit $\mathbf{f}_{d_i}$ ja $\mathbf{f}_{d_j}$ muodostuvat vain ei-negatiivisista arvoista, joten itseisarvot voidaan jättää pois. Koska sanafrekvenssi dokumentissa ei voi olla negatiivinen, niin tällöin $\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j} \geq 0$ ja $||\mathbf{f}_{d_i}||, ||\mathbf{f}_{d_j}|| \geq 0$.

Koska $\cos(d_i, d_j) \geq 0$ ja $\cos(d_i, d_j) \leq 1$, niin

$$\cos(d_i, d_j) \in [0, 1]$$

□

Lause 4.2. *Jos* $\cos(d_i, d_j) = 0$*, eivät dokumentit sisällä yhtään samaa sanaa eli sanavektorit ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan ja jos* $\cos(d_i, d_j) = 1$*, ovat dokumentit täsmälleen similaariset eli sanavektorit ovat samansuuntaiset.*

Todistus. Näytetään ensin, että jos $\cos(d_i, d_j) = \dfrac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_j}||} = 1$, niin $\mathbf{f}_{d_j} = \dfrac{||\mathbf{f}_{d_j}||}{||\mathbf{f}_{d_i}||}\mathbf{f}_{d_i}$.

Määritelmän 4.9 mukaan, kun $\cos(d_i, d_j) \neq 0$, niin molemmat dokumentit d_i ja d_j ovat ei-tyhjiä eli $\mathbf{f}_{d_i} \neq \mathbf{0}$ ja $\mathbf{f}_{d_j} \neq \mathbf{0}$.

Projisoidaan vektori $\mathbf{f}_{d_j}$ vektorille $\mathbf{f}_{d_i}$, näin saadaan uusi projisoitu vektori

$$\mathbf{p} = \frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_i}||}\mathbf{f}_{d_i} = \frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_j}||}\frac{||\mathbf{f}_{d_j}||}{||\mathbf{f}_{d_i}||}\mathbf{f}_{d_i} = \cos(d_i, d_j)\frac{||\mathbf{f}_{d_j}||}{||\mathbf{f}_{d_i}||}\mathbf{f}_{d_i} = \frac{||\mathbf{f}_{d_j}||}{||\mathbf{f}_{d_i}||}\mathbf{f}_{d_i}. \quad (4.3)$$

Tutkitaan seuraavaksi projektiovektorin $\mathbf{p}$ ja vektorin $\mathbf{f}_{d_j}$ erotusta $\mathbf{p} - \mathbf{f}_{d_j}$ ja erotusvektorin normin neliötä. Näin saadaan

$$\begin{aligned}
||\mathbf{p} - \mathbf{f}_{d_j}||^2 &= (\mathbf{p} - \mathbf{f}_{d_j}) \cdot (\mathbf{p} - \mathbf{f}_{d_j}) \\
&= \mathbf{p} \cdot \mathbf{p} - 2(\mathbf{p} \cdot \mathbf{f}_{d_j}) + \mathbf{f}_{d_j} \cdot \mathbf{f}_{d_j} \\
&= \frac{||\mathbf{f}_{d_j}||^2}{||\mathbf{f}_{d_i}||^2}||\mathbf{f}_{d_i}||^2 - 2\frac{||\mathbf{f}_{d_j}||}{||\mathbf{f}_{d_i}||}\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j} + ||\mathbf{f}_{d_j}||^2 \\
&= ||\mathbf{f}_{d_j}||^2 - 2||\mathbf{f}_{d_j}||^2\frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_i}||} + ||\mathbf{f}_{d_j}||^2 \\
&= ||\mathbf{f}_{d_j}||^2 - 2||\mathbf{f}_{d_j}||^2\cos(d_i, d_j) + ||\mathbf{f}_{d_j}||^2 \\
&= ||\mathbf{f}_{d_j}||^2 - 2||\mathbf{f}_{d_j}||^2 + ||\mathbf{f}_{d_j}||^2 \\
&= 0
\end{aligned}$$

Tästä seuraa, että normi $||\mathbf{p} - \mathbf{f}_{d_j}|| = 0$, mistä seuraa, että erotusvektori $\mathbf{p} - \mathbf{f}_{d_j} = \mathbf{0}$. Kaavan (4.3) nojalla siis $\mathbf{f}_{d_j} = \dfrac{||\mathbf{f}_{d_j}||}{||\mathbf{f}_{d_i}||}\mathbf{f}_{d_i}$. Näin ollen dokumentit ovat samansuuntaiset, jos kosinisimilaarisuus $\cos(d_i, d_j) = 1$.

Näytetään seuraavaksi, että kun $\cos(d_i, d_j) = 0$, niin dokumentit ovat täysin erilaiset eli niissä ei ole yhtään samaa sanaa.

Tapauksessa, jossa sanavektori $\mathbf{f}_{d_i} = \mathbf{0}$ tai $\mathbf{f}_{d_j} = \mathbf{0}$ on selvää, että dokumenteissa ei ole yhtään samaa sanaa, jos toisessa sanavektorissa ei ole sanoja lainkaan.

Tutkitaan vielä tapaus, missä $\mathbf{f}_{d_i} \neq \mathbf{0}$ ja $\mathbf{f}_{d_j} \neq \mathbf{0}$. Koska $\cos(d_i, d_j) = \frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_j}||}$, niin $\cos(d_i, d_j) = 0$, jos $\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j} = 0$. Pistetulo on nolla jos ja vain jos ja vain jos vähintään toinen vektoreiden vastaavista alkioista on nolla. Dokumenteissa ei siis voi olla yhtään samaa sanaa, sillä muuten tietty alkio molemmissa sanavektoreissa olisi nollasta poikkeava. Näin ollen dokumenteissa ei ole yhtään samaa sanaa, jos $\cos(d_i, d_j) = 0$. □

Lause 4.3. *Kosinisimilaarisuus*

$$\cos(d_i, d_j) = 1$$

on ekvivalenssirelaatio.

Todistus. Relaation täytyy olla refleksiivinen, symmetrinen sekä transitiivinen, jotta relaatio on ekvivalenssirelaatio. Määritelmän 4.9 mukaan, koska $\cos(d_i, d_j) = 1$, niin molemmat dokumentit d_i ja d_j ovat ei-tyhjiä eli $\mathbf{f}_{d_i} \neq \mathbf{0}$ ja $\mathbf{f}_{d_j} \neq \mathbf{0}$.

Tarkastellaan ensimmäisenä, onko relaatio refleksiivinen. Näin saadaan

$$\cos(d_i, d_i) = \frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_i}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_i}||} = \frac{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_i}||}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_i}||} = 1.$$

Koska dokumentti d_i on relaatiossa itsensä kanssa, on relaatio refleksiivinen.

Tarkastellaan seuraavaksi relaation symmetrisyyttä. Olkoon $\cos(d_i, d_j) = 1$, tällöin

$$\cos(d_j, d_i) = \frac{\mathbf{f}_{d_j} \cdot \mathbf{f}_{d_i}}{||\mathbf{f}_{d_j}||||\mathbf{f}_{d_i}||} = \frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_j}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_j}||} = \cos(d_i, d_j) = 1. \tag{4.4}$$

Kaavassa (4.4) sanavektorien järjestystä voidaan vaihtaa, koska pistetulo ja normien tulo on vaihdannainen.

Sanavektoreiden $\mathbf{f}_{d_i}$ ja $\mathbf{f}_{d_j}$ kosinisimilaarisuus on siis sama riippumatta järjestyksestä, joten relaatio on symmetrinen.

Viimeisenä tutkitaan relaation transitiivisuutta. Olkoon $\cos(d_i, d_j) = 1$ ja $\cos(d_j, d_k) = 1$ sekä Lauseen 4.2 nojalla $\mathbf{f}_{d_i} = \frac{||\mathbf{f}_{d_i}||}{||\mathbf{f}_{d_j}||}\mathbf{f}_{d_j}$.

$$\cos(d_i, d_k) = \frac{\mathbf{f}_{d_i} \cdot \mathbf{f}_{d_k}}{||\mathbf{f}_{d_i}||||\mathbf{f}_{d_k}||} = \frac{\frac{||\mathbf{f}_{d_i}||}{||\mathbf{f}_{d_j}||}\mathbf{f}_{d_j} \cdot \mathbf{f}_{d_k}}{||\frac{||\mathbf{f}_{d_i}||}{||\mathbf{f}_{d_j}||}\mathbf{f}_{d_j}||||\mathbf{f}_{d_k}||} = \frac{\frac{||\mathbf{f}_{d_i}||}{||\mathbf{f}_{d_j}||}(\mathbf{f}_{d_j} \cdot \mathbf{f}_{d_k})}{\frac{||\mathbf{f}_{d_i}||}{||\mathbf{f}_{d_j}||}||\mathbf{f}_{d_j}||||\mathbf{f}_{d_k}||} = \frac{\mathbf{f}_{d_j} \cdot \mathbf{f}_{d_k}}{||\mathbf{f}_{d_j}||||\mathbf{f}_{d_k}||} = 1$$

Koska relaatio vallitsee myös dokumenttien d_i ja d_k välillä, on relaatio transitiivinen.

Koska relaatio on refleksiivinen, symmetrinen sekä transitiivinen on relaatio ekvivalenssi relaatio. □

Kosinisimilaarisuus on hyvä similaarisuuden mittari vertaillessa dokumentteja, mutta se ei ole ainoa similaarisuuden mittari, joita dokumenttien vertailuun voidaan käyttää. Erilaisia similaarisuuden mittareita ovat muun muassa euklidinen etäisyys (Euclidean distance), Jaccard kerroin (Jaccard Coefficient), Pearson korrelaatiokerroin (Pearson Correlation Coefficient), keskiarvoitettu Kullback-Leibler divergenssi (Averaged Kullback-Leibler Divergence) ja latentti semanttinen analyysi (Latent Semantic Analysis) sekä indeksointi (Latent Semantic Indexing). Jokainen näistä menetelmistä mittaa dokumenttien similaarisuutta, mutta painottaen dokumenttien termistöä eri tavalla. [20, 50, 31]

4.4 Sanapilvi

Sanapilviä käytetään visuaalisesti ilmaisemaan tiiviisti dokumentin sisältöä. Sanapilvet muodostuvat siis dokumentissa esiintyvistä sanoista, jotka esitetään suorakulmion muotoisella alueella siten, missä sanan pinta-ala ilmaisee sanan yleisyyttä dokumentissa. Mitä suuremmalla fontilla sana esiintyy pilvessä, sitä useammin sana esiintyy dokumentissa. [7, s.42]

Kuva 4.1 *Esimerkki sanapilvestä kappaleen 2.1 sisällöstä.*

Kuvan 4.1 sanapilveen ja työn muihin sanapilviin käytetty koodi löytyy liitteestä B.

5. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimuksen kohteena olivat Tampereen teknillisen yliopiston opiskelijat, jotka kävivät kursseja Matematiikka 2 (MA2), Insinöörimatematiikka A2 (IMA A2), Insinöörimatematiikka C2 (IMA C2) ja Insinöörimatematiikka 123 (IMA 123). Nämä kurssit ovat kaikki pakollisia, suosituksen mukaan ensimmäisenä opiskeluvuotena käytäviä matematiikan kursseja. Kaikki kurssit sisälsivät aiheena matriisi- ja vektorilaskentaa. Kurssit poikkesivat sisällöltään hieman ja opiskelijan käymä kurssi määräytyi opintosuunnan mukaan. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, kuinka erilaisia opiskelijoita voidaan tukea matematiikan opiskelussa korkeakouluissa ja kuinka heidän matemaattista osaamista voidaan kehittää hyödyntäen vertaisoppimista sekä sähköisiä viestintäjärjestelmiä osana tukitoimintaa. Aineisto tutkimukseen kerättiin pääasiallisesti kyselyn kautta, johon jokainen edellä mainittuja kursseja käyvä opiskelija pystyi vastaamaan. Kysely sisälsi kysymyksiä liittyen Laskutupaan, joka on TTY:lle opiskelijoiden matematiikan opiskelun tukemiseen kehitetty tukitoimintakokeilu. Kyselyssä kysyttiin myös sähköisen viestintäjärjestelmän käytöstä Laskutuvan tukena.

5.1 Laskutupa

Laskutupa kehitettiin opiskelijoiden, jotka kokevat tarvitsevansa apua matematiikan opiskelussa, tueksi. Laskutupaan otettiin vaikutteita Aalto-yliopistossa pidetystä Laskutuvasta sekä TTY:llä aikaisemmin pidetystä matematiikkaklinikasta. Molemmat näistä oli perustettu opiskelijoiden matematiikan oppimisen kehittämistä varten [46, s. 45-46][47]. Laskutupaa alettiin pitää heti 2017 syyslukukauden ensimmäisellä viikolla. Laskutupaa mainostettiin kurssien MA, IMA A, IMA C ja IMA 123 avausluennoilla mainostamista varten tehdyllä julisteella sekä näiden kurssien laskuharjoituksissa. Opiskelijat saivat toimia vapaamuotoisesti Laskutuvassa eli jokainen sai opiskella itse parhaaksi katsomallaan tavalla. Laskutuvassa sai laskea harjoituksia ryhmässä tai yksin ja Laskutuvassa paikan päällä olevalta ohjaajalta pystyi tarvittaessa kysymään ohjeistusta ja apua. Laskutuvan ohjaaja valmistautui aina katsomalla saman viikon Laskuharjoitusten ratkaisut läpi ja perehtyi samalla viikolla opetettuun asiaan, jotta osaisi vastata opiskelijoiden kysymyksiin. Laskutupaa järjestettiin torstai-iltapäivisin, perjantaiaamuisin ja perjantai-iltapäivisin.

Syksyn aikana Laskutuvassa kävi noin 50 eri opiskelijaa vähintään kerran. Kävijämäärät vaihtelivat riippuen päivästä ja kellonajasta. Vähimmillään kävijöitä oli tenttiviikon alla, kun uusia Laskuharjoituksia ei enää ollut tullut. Tällöin Laskutuvassa oli kerrallaan maksimissaan vain yksi opiskelija. Enimmillään samaan aikaan Laskutuvassa oli noin 30 opiskelijaa ja keskimäärin hieman päälle kymmenen.

Laskutuvan ohessa oli myös käytössä sähköinen viestintäsovellus Slack, jossa opiskelijat saivat kysyä Laskutuvan ulkopuolella apua laskuharjoituksiin ja yleisesti kurssisisältöjen ymmärtämiseen. Slackin välityksellä opiskelijoille jaettiin myös yleistä informaatiota Laskutupaan liittyen. Slackia käytettiin vähän, mutta ne opiskelijat, jotka sitä käyttivät, käyttivät aktiivisesti.

5.2 Tutkimuksen aineisto

Tutkimuksen aineisto kerättiin kyselyllä, jossa kartoitettiin opiskelijoiden oppimistapoja ja tyylejä, sekä ajatuksia Laskutuvasta ja sen hyödyistä. Kyselyyn saivat vastata kaikki opiskelijat, jotka kävivät kursseja MA2, IMA A2, IMA C2 ja IMA 123, riippumatta siitä, kävivätkö he Laskutuvassa vai eivät. Nämä ovat siis kurssit, jotka olivat kyselyn aikana käynnissä kultakin matematiikkalinjalta.

Kyselylomake muodostui sekä avoimista että suljetuista kysymyksistä, missä suljetut kysymykset olivat Likertin viisiportaisella asteikolla toteutettuja. Kysely oli jaoteltu kolmeen osioon, joista ensimmäiseen kaikkien oli määrä vastata. Toinen osio käsitteli Laskutupaa ja siihen oli määrä vastata vain niiden opiskelijoiden, jotka kävivät Laskutuvassa. Kolmas osio oli tarkoitettu opiskelijoille, jotka eivät käyneet Laskutuvassa ja siinä kartoitettiin, kuinka heidät saisi käymään Laskutuvassa.

5.3 Aineiston käsittely

Likertin asteikolla suoritettuja suljettuja kysymyksiä analysoitiin tilastollisesti laskemalla vastausten keskiarvo, keskihajonta ja tyyppiarvo. Kysymysten merkityksellisyyttä analysoitiin p-testillä.

Avoimia kysymyksiä analysoitiin tutkimalla useimmiten esiintyviä teemoja ja niitä ilmaistiin diagrammein. Analysointiin käytettiin myös sanapilviä, joista käy ilmi useimmiten esiintyviä sanoja avointen kysymysten keskuudessa. Avoimien kysymyksien vastauksia havainnollistettiin graafisesti kosinisimilaarisuutta käyttäen.

5.4 Tutkimuskysymykset

PISA tulosten mukaan Suomen matemaattisen osaamisen taso on laskenut viimeisen yhdeksän vuoden aikana noin puolen opetusvuoden verran. [27] Matemaattisen osaamisen tason lasku vaikuttaa korkeakouluopiskelijoihinkin. Jokainen opiskelija on omanlaisensa oppija ja jokaisella opiskelijalla on oma oppimistyylinsä, jolla hän parhaiten oppii. Laskutuvan perustamistarkoituksena olikin tarjota tukea ja lisäopetusta niitä tarvitseville ja pyrkiä varmistamaan, että jokainen opiskelija saa suoritettua matematiikan opintonsa tavoiteaikataulussa. Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään

1. Kuinka vertaisoppimisella voidaan kehittää opiskelijoiden matemaattista osaamista?

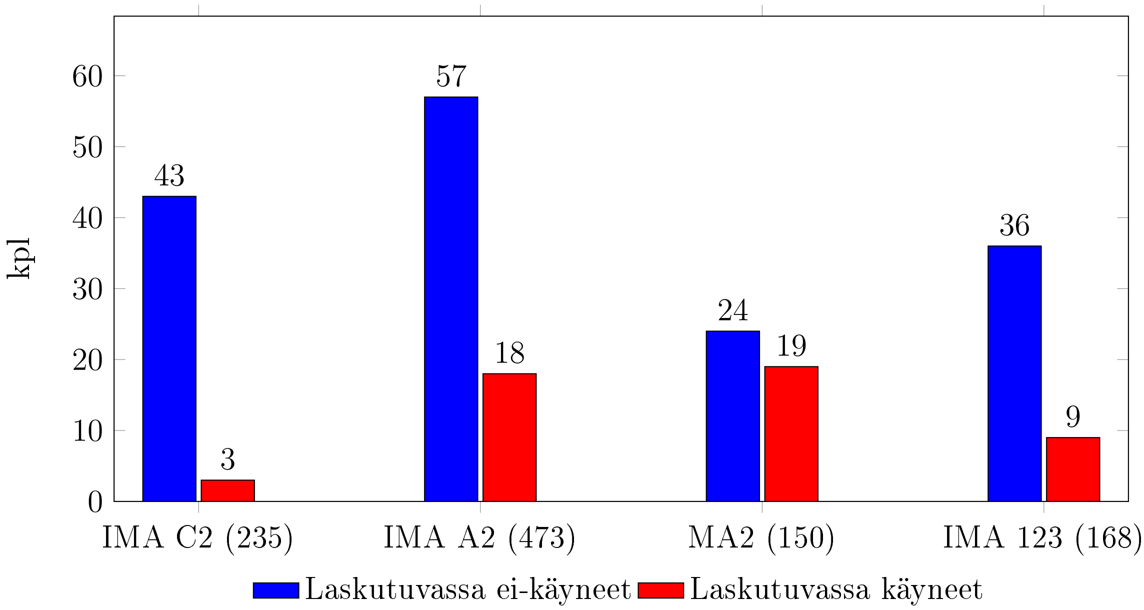
2. Minkälaiset opiskelijat hyötyvät vertaisopetuksesta?

3. Miten matemaattinen osaaminen kehittyy tukiopetusryhmässä, jossa opiskelija voi opiskella parhaaksi katsomallaan tyylillä?

4. Miten ohjausta ja vertaisoppimista voidaan tukea sähköisiä viestintäjärjestelmiä käyttäen?

6. TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimusta varten tehdyssä Laskutupakyselyssä opiskeljoilta heti kyselyn alussa varmistettiin saako heidän vastauksiaan käyttää tutkimukseen. Opiskelijoita informoitiin myös osallistumisen vapaaehtoisuudesta, mihin tutkimustuloksia tullaan käyttämään ja kauanko kyselyyn vastaaminen vie aikaa. Laskutupakysely löytyy kokonaisuudessaan liitteestä A. Laskutupakyselyyn vastanneista 209:n opiskelijan vastauksia sai käyttää tutkimukseen. Opiskelijoista 49 oli syksyn aikana käynyt Laskutuvassa. Laskutuvassa kävi kahden ensimmäisen periodin aikana opiskelijoita kursseilta insinöörimatematiikka A ja C sekä matematiikka ja insinöörimatematiikka 123. Kuvassa 6.1 esitetään, kuinka kyselyyn vastanneet opiskelijat jakautuivat kursseittain ja kuinka moni kultakin kurssilta kävi Laskutuvassa. Kuvassa kurssit ovat ilmoitettu IMA C2, IMA A2, MA2 ja IMA 123, koska nämä kurssit olivat käynnissä, kun kysely pidettiin. Kurssien perässä on ilmoitettu kurssille ilmoittautuneiden opiskelijoiden lukumäärä.



Kuva 6.1 *Vastanneiden opiskelijoiden lukumäärä jokaiselta kurssilta*

Laskutupakyselyn tarkoituksena oli profiloida siellä käyviä opiskelijoita, minkälaisia kokemuksia heillä on matematiikan opiskelusta sekä kuinka he kokevat Laskutuvan auttaneen heitä ja kuinka he toivovat Laskutuvan kehittyvän tulevaisuudessa. Kyselyyn vastanneista valtaosa, 77% olivat opiskelijoita, jotka eivät olleet käyneet Laskutuvassa kertaakaan. Kyselyn avulla pyrittiin myös selvittämään, onko Laskutuvassa käyvien opiskelijoiden opiskelutyyleissä eroja verrattuna opiskelijoihin, jotka eivät käyneet Laskutuvassa.

Kyselyn alussa oli kysymyksiä liittyen opiskelijoiden profiloimiseen, joihin kaikkien oli määrä vastata. Kysymyksiin vastattiin Likert-asteikolla 1-5, missä 1 tarkoitti täysin eri mieltä, 2 osittain eri mieltä, 3 en osaa sanoa, 4 osittain samaa mieltä ja 5 täysin samaa mieltä. Kaikki kyselyn Likert-asteikkokysymykset käyttivät tätä samaa asteikkoa. Tilastollisesti merkittäviä eroja Laskutuvassa käyvien ja ei käyvien välillä oli viidessä väitteessä, jotka löytyvät taulukosta 6.1. Tässä taulukossa K viittaa Laskutuvassa käyneisiin opiskelijoihin ja E viittaa opiskelijoihin, jotka eivät käyneet Laskutuvassa. Taulukkoon on laskettu opiskelijoiden vastausten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja p-arvo. p-arvot on saatu MATLAB-ohjelmiston avulla komennolla p = ranksum(x,y), missä x ja y ovat otosten alkiot lueteltuina vektoreissa. [37] Komento ranksum pohjautuu Wilcoxonin järjestyssummatestiin (rank-sum test) ja z-statistiikkaan. [13, 19]

Kuten taulukosta 6.1 nähdään, Laskutuvassa käyneet opiskelijat kokivat keskimäärin osaavansa matematiikkaa heikommin kuin opiskelijat, jotka eivät Laskutuvassa käyneet, ja Laskutuvassa käyneet opiskelijat kävivät myös keskimäärin säännöllisemmin luennoilla. Laskutuvassa käyneet opiskelijat tekivät myös aktiivisemmin muistiinpanoja luennoilla. Opiskelijat, jotka eivät käyneet Laskutuvassa tekivät laskuharjoituksia mieluummin yksin, kun taas Laskutuvassa käyneet opiskelijat suosivat laskuharjoitusten tekemistä kavereiden kanssa. Taulukossa 6.1 $\overline{x}$ tarkoittaa keskiarvoa, s keskihajontaa ja q tyyppiarvoa. Taulukossa nähtäviin kysymyksiin vastasi 208 opiskelijaa.

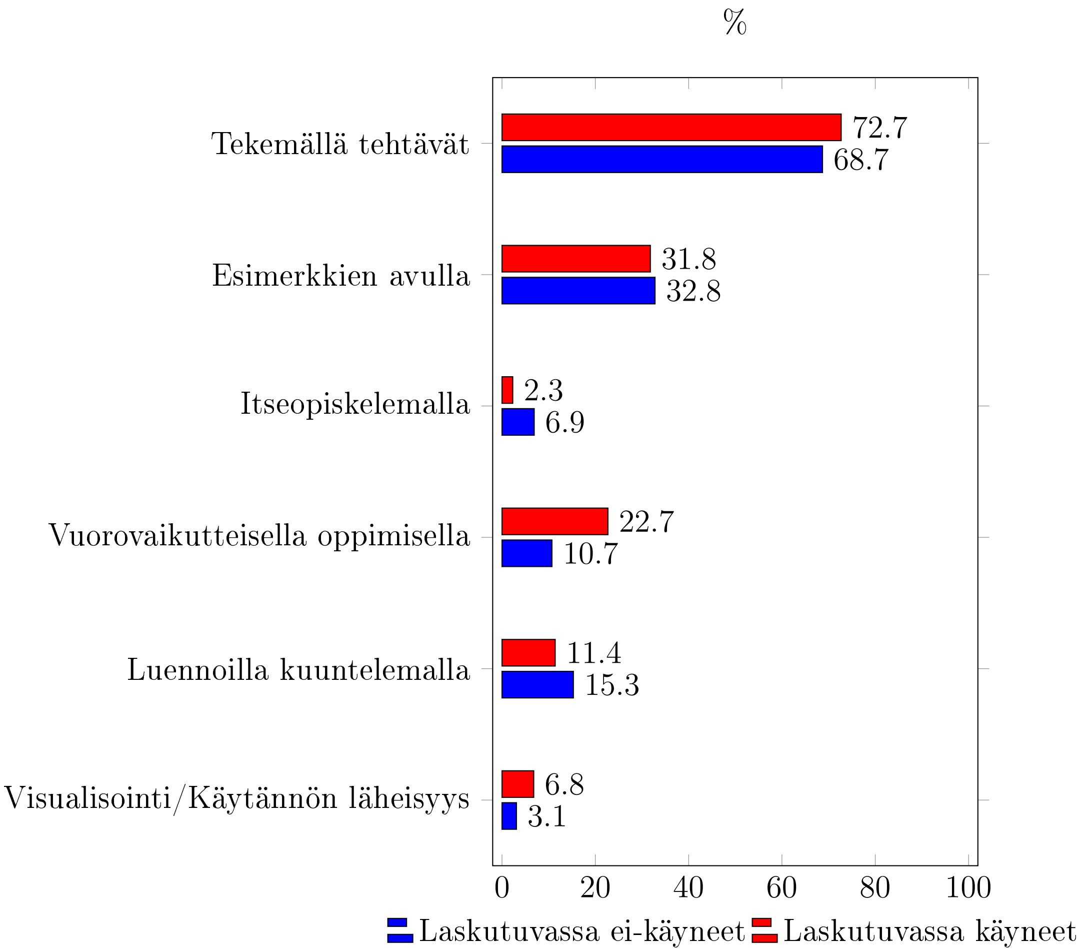
		$\overline{x}$	s	q	p -arvo
7.1 Osaan omasta mielestäni hyvin matematiikkaa.	K	3,10	1,05	3	0,008
	E	3,53	1,02	4	
7.5 Käyn matematiikan luennoilla säännöllisesti.	K	4,17	1,25	5	0,011
	E	3,62	1,47	4	
7.6 Teen muistiinpanoja matematiikan luennoilla.	K	4,33	1,04	5	0,001
	E	3,54	1,51	4	
7.10 Teen mieluusti laskuharjoituksia kavereiden kanssa.	K	4,02	0,98	4	0,002
	E	3,36	1,31	3	
7.11 Teen mieluusti laskuharjoituksia yksin.	K	3,06	1,11	3	0,004
	E	3,60	1,24	4	

Taulukko 6.1 *Tilastollisesti merkitsevät erot Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden ja opiskelijoiden, jotka eivät Laskutuvassa käyneet, välillä.*

Seuraavaksi kyselyssä kysyttiin avoimella kysymyksellä, että kuinka opiskelijat kokevat oppivansa parhaiten matematiikkaa. Vastausten jakautuminen prosentuaalisesti on esitetty kuvassa 6.2. Jotkut opiskelijat mainitsivat useamman kuin yhden tavan oppia, joten suhteelliset osuudet eivät summaudu tasan sataan prosenttiin. Tässä esimerkki tällaisesta opiskelijan vastauksesta.

Ensin tekemällä esim. harjoitustehtäviä yksin omalla ajalla ja esimerkkien avulla sen minkä osaa. Sen jälkeen esim. laskutupaan jossa voi kysyä neuvoa ko. asioihin liittyen. -Opiskelija 29

Prosenttiosuudet on saatu laskemalla jokainen tiettyä oppimistyyliä vastaavat vastaukset yhteen ja jakamalla saatu lukumäärä Laskutuvassa käyneiden tapauksessa heidän kokonaislukumäärällä, mikä on 44. Opiskelijoiden, jotka eivät käyneet laskutuvassa, tapauksessa kokonaislukumäärä on 131. Esimerkiksi Laskutuvassa käyneistä 32 ilmoitti oppivansa tehtäviä tekemällä, joten prosenttiosuus on $\frac{32}{44} = 72.7\%$.



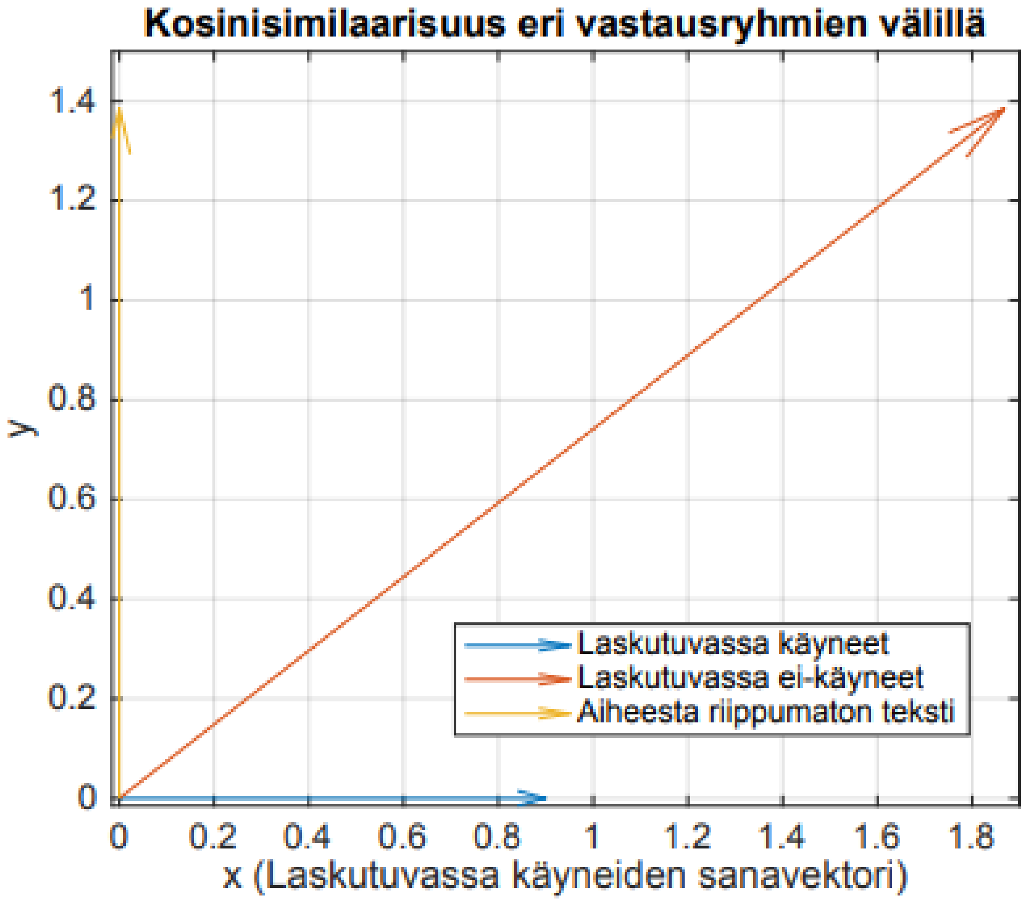
Kuva 6.2 *Suhteellinen osuus kuinka opiskelijat kokevat oppivansa parhaiten matematiikkaa Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden kesken sekä opiskelijoiden kesken, jotka eivät käyneet Laskutuvassa.*

Molemmat opiskelijaryhmät kertoivat oppivansa pääasiallisesti itse tekemällä ja laskemalla. Merkittävä tapa oppia molemmille ryhmille on myös esimerkkien avulla oppiminen. Selvästi molemmille ryhmille nämä kaksi tapaa ovat tärkeimmät oppimisen keinot. Eroja oppimistyyleissä tulee esiin itseopiskelun kohdalla ja vuorovaikutteisessa oppimisessa. Suurempi osa opiskelijoista, jotka eivät käy Laskutuvassa opiskelevat itseopiskelemalla, kun taas suurempi osa Laskutuvassa käyvistä opiskelijoista oppii vuorovaikutteisen oppimisen kautta. Suurempi osa opiskelijoista, jotka eivät käyneet Laskutuvassa, oppii myös luennoilla käymällä. Visualisointi on taas Laskutuvassa käyneille opiskelijoille suositumpi oppimistapa kuin niille opiskelijoille, jotka eivät Laskutuvassa käyneet. Vastauksista huomioitavaa on se, että opiskelijat itse vastasivat, miten kokevat oppivansa parhaiten. Tämä ei tarkoita suoraan sitä, että esimerkiksi Laskutuvassa käyvistä opiskelijoista vain 6,8% oppisivat visualisoinnin avulla. Suurin osa opiskelijoista ei vain koe visualisointia parhaaksi tavaksi oppia matematiikkaa, vaan preferoi esimerkiksi tehtävien tekemistä. Kuvissa 6.3 ja 6.4 on nähtävissä molempien ryhmien vastauksista tehdyt sanapilvet, joissa näkyy myös mitkä tekijät painottuvat heidän matematiikan oppimisessaan.

Kuva 6.3 *Sanapilvi opiskelijoiden, jotka eivät käyneet Laskutuvassa, vastauksista.*

Kuva 6.4 *Sanapilvi Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden vastauksista.*

Kuvassa 6.5 on verrattu Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden ja opiskelijoiden, jotka eivät käyneet Laskutuvassa, vastauksia vielä kosinisimilaarisuuden avulla. Laskutuvassa käyneiden vastausten sanavektori on asetettu x-akselin suuntaiseksi. Kuvassa on kolmaskin vektori, joka on luotu opiskelijoiden vastauksista kysymykseen "Miten Laskutupaa voisi parantaa?" Kaikki nämä vektorit ovat moniulotteisia, joten kuva 6.5 on vain projektio, jossa Laskutuvassa käyneiden vastausten sanavektorin väliset kulmat toisiin vektoreihin ovat oikeat. Vektori, joka luotiin vastauksista kysymykseen "Miten Laskutupaa voisi parantaa?", on kohtisuorassa vertailuvektoria, eli Laskutuvassa käyneiden vastauksista muodostuvaa vektoria vasten. Tämä tarkoittaa, että tekstisisällöt ovat täysin erilaiset, joten ne eivät riipu toisistaan mitenkään ja niiden välinen kosinisimilaarisuus on 0. Tämä korostaa Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden ja opiskelijoiden, jotka eivät Laskutuvassa käyneet, vastausten riippuvuutta toisistaan, vaikka vektorit eroavat suunnaltaan jonkin verran. Molempien vastauksissa kuitenkin paljon samoja teemoja, joten kosinisimilaarisuus näiden vastausjoukkojen välillä on 0,80.



Kuva 6.5 *Vertailu opiskelijoiden vastauksista kosinisimilaarisuuden avulla*

Laskutuvassa käyvät opiskelijat kuitenkin käyttävät keskimäärin enemmän aikaa viikoittain laskuharjoitusten tekemiseen. Noin 31% Laskutuvassa kävijöistä käyttää yli 6 tuntia viikoittain harjoitusten tekemiseen. Opiskelijoista, jotka eivät käy Laskutuvassa vain 11% käyttää yli 6 tuntia viikossa harjoitusten tekemiseen ja jopa 9% alle kaksi tuntia. Laskutuvassa käyvät opiskelijat keskustelevat myös muita enemmän laskuharjoituksista sosiaalisessa mediassa, pääsääntöisesti WhatsAppissa ja Telegramissa. Jopa 83% Laskutuvassa käyvistä opiskelijoista keskustelee sosiaalisessa mediassa laskuharjoituksista, kun taas muista opiskelijoista 68% keskustelee sosiaalisessa mediassa laskuharjoituksista. Yleisesti sosiaalista mediaa käytetään paljon myös laskuharjoitusten tekemisessä.

Kyselyssä seuraavaksi oli osio, johon vain Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden oli määrä vastata. Laskutuvassa käyneistä opiskelijoista 49 vastasi kyselyyn. Laskutuvassa käyneistä opiskelijoista 45% kävi yli 5 kertaa ja 21% yli 10 kertaa laskutuvassa. Jopa 92% kävijöistä kävi viikoittain alle 3 tunnin ajan laskutuvassa ja 50% alle tunnin. Laskutuvassa käyneistä opiskelijoista 83% vastasi väitteeseen “Olen kokenut

Laskutuvan hyödylliseksi" vähintään osittain samaa mieltä ja 60% vastasi täysin samaa mieltä. Väitteeseen "Laskutuvassa saa riittävästi apua matematiikan tehtävien ratkomiseen" 77% opiskelijoista vastasivat vähintään osittain samaa mieltä. Väitteissä, joissa määritettiin missä Laskutupa auttoi opiskelijoita, Laskutupa oli selvästi auttanut opiskelijoita ymmärtämään harjoituksissa tarvittavia matemaattisia taitoja, kurssin matemaattisia käsitteitä, luennoilla ja luentomonisteessa käsiteltyjä aiheita, soveltamaan opittua tietoa sekä Laskutupa auttoi opiskelijoita saamaan onnistumisia matematiikan opiskelussa. Kiinnostus matematiikkaa kohtaan ei noussut yhtä lailla kuin edellä mainitut kokonaisuudet, mutta sekin kasvoi kuitenkin jonkin verran.

Laskutupa kehitti siis opiskelijoiden matemaattista osaamista jopa kaikilla matemaattisen osaamisen osa-alueilla. Eniten kehitystä tapahtui käsitteellisen ymmärtämisen ja proseduraalisen sujuvuuden osa-alueilla. On myös tärkeää, että Laskutuvassa koettiin onnistumisen kokemuksia ja että mielenkiinto matematiikkaa kohtaan lisääntyi, sillä se tarkoittaa, että myös matemaattisen osaamisen osa-alue yritteliäisyys on kehittynyt.

Taulukosta 6.2 nähdään vastauksien keskiarvot, keskihajonnat ja tyyppiarvot. Näihin kysymyksiin vastasi yhteensä 48 opiskelijaa.

Laskutupa auttoi minua...	$\overline{x}$	s	q
17.1 harjoituksissa tarvittavien laskutekniikoiden oppimisessa.	4.02	0.88	4
17.2 lisäämään mielenkiintoa matematiikkaa kohtaan.	3.29	1.08	3
17.3 kurssin matematiikan käsitteiden ymmärtämiseen entistä paremmin.	4.13	0.70	4
17.4 parantamaan matemaattisia ongelmanratkaisutaitojani.	3.58	0.84	4
17.5 soveltamaan kurssilla oppimiani sisältöjä monenlaisiin tehtäviin.	3.60	0.73	4
17.6 syventämään ymmärrystä luennoilla ja luentomonisteessa käytyihin asioihin.	4.02	0.72	4
17.7 saamaan onnistumisen kokemuksia matematiikan opiskelussa.	4.00	0.91	4

Taulukko 6.2 *Miten Laskutupa auttoi opiskelijoita. Vastanneiden määrä 48.*

Kyselyssä kysyttiin seuraavaksi Slackin käytöstä ja millaista sen käyttäminen on ollut. Slackin käyttö oli vähäistä ja Laskutuvassa käyneistä vain neljä totesi käyttäneensä Slackia säännöllisesti. Slackin käyttö kuitenkin oli opiskelijoiden mielestä helppoa. Väitteeseen "Slack on helppokäyttöinen" saatiin kaikkien vastanneiden keskiarvoksi 3,48 ja keskihajonnaksi 1,22. Tähän kysymykseen vastasi kaiken kaikkiaan 21 opiskelijaa. Näistä opiskelijoista 12 oli opiskelijoita, jotka eivät olleet käynyt Laskutuvassa. Heidänkin mielestä Slack oli helppokäyttöinen. He saivat edellä mainittuun väitteeseen keskiarvoksi 3,67 ja keskihajonnaksi 1,25. Opiskelijoista moni ei itsensä mukaan kokenut Slackin käyttöä tarpeelliseksi ja osa ei ollut kuullutkaan Slackista. Joidenkin mielestä Slackin käyttö oli liian hankalaa ja he olisivat preferoineet WhatsAppin tai Telegramin käyttöä. Osa käyttäjistä oli todennut, että Slackista saa nopeasti apua kysymyksiin ja se on hyödyllinen, kun itse Laskutupaan ei pääse paikalle.

"Slackista saa nopeasti vastauksia. Työtätekevänä päivisin tapahtuva opiskelu (ja siten myös laskutuvat) jäävät muuten vähäiselle käytölle, joten Slackin kautta tapahtuva avunsaanti on hyvä asia." -Opiskelija 11

"Fyysinen paikallaolo on hankalaa. On kätevää, kun voi tehtäviä tehdessä kysyä ongelmakohdasta, sitten vastausta odottaessaan siirtyä hyvillä mielin eteenpäin kun hankala asia ei jää vain omalle kontolle, ja siihen voi palata kunhan vastaus tulee." -Opiskelija 9

Seuraavaksi opiskelijoilta kysyttiin Likert-asteikolla tuntemuksia, joita heillä oli jäänyt Laskutuvasta ja viisi avointa kysymystä, joilla pyrittiin kartoittamaan kuinka Laskutupaa ja sähköistä viestintäpalvelua voi jatkossa kehittää. Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden mielestä Laskutuvassa on helpompi kysyä neuvoa kuin laskuharjoituksissa. Keskiarvo väitteeseen "Laskutuvassa on helpompi kysyä neuvoa kuin laskuharjoituksissa" oli 4,10 ja keskihajonta 0,96. Keskiarvo väitteeseen "Laskutuvassa pitäisi olla useampi ohjaaja" oli 3,46 ja keskihajonta 0,84 ja myös avoimeen kysymykseen "Miten Laskutupaa voisi parantaa?" tuli paljon vastauksia, että useampi ohjaaja paikalle. Tähän kysymykseen vastattiin myös paljon, että enemmän aikoja olisi hyvä olla, esimerkiksi alkuviikostakin. Laskutuvassa pidettiin siitä, että jokainen saa opiskella ja laskea parhaaksi katsomallaan tavalla. Väitteisiin "On hyvä, että laskutuvassa jokainen saa tehdä tehtäviä itselleen parhaaksi katsomallaan tavalla" ja "Laskutuvassa opiskelijoita tulisi ohjata enemmän ryhmätyöskentelyyn" opiskelijat vastasivat keskiarvoilla 4,50 ja 2,81 ja keskihajonnoilla 0,61 ja 1,01 vastaavassa järjestyksessä. Avoimeen kysymykseen "Millaisia työskentelytapoja Laskutuvassa olisi jatkossa hyvä harjoittaa?" tuli paljon mainintoja siitä, että Laskutuvan toimintatapa on tällä hetkellä hyvä. Opiskelijat vastasivat kysymykseen "Miten Laskutuvan näkyvyyttä voisi parantaa?", että Laskutuvan mainostus oli riittävää ja siitä tiedotettiin hyvin. Kysymykseen "Miten sähköistä viestintäpalvelua voisi kehittää osana Laskutupaa, jotta siitä olisi enemmän hyötyä opiskelijoille matematiikan oppimisessa?" vastattiin, että Laskutuvassa esille tulleita vaikeita asioita, voisi käydä yleisesti Slackissa, jotta apu tavoittaa kaikki. Viitteitä myös sähköiseen Laskutupaan tuli.

Viikkoharjoituksia voisi laskea yhteisesti jossakin videoneuvottelussa tai jotain sen tapaista. Tämä lähinnä sen takia, että työn ja opiskelun yhteensovittaminen on haastavaa, eikä kaikissa tarjolla olevissa laskutuvissa ehdi käymään, vaikka halua ja tarvetta olisi. -Opiskelija 15

Vastauksissa ehdotettiin myös, että käytettäisiin mieluummin WhatsAppia tai Telegramia.

Kyselyn viimeisessä osiossa kysyttiin opiskelijoilta, jotka eivät olleet käyneet Laskutuvassa seuraavat avoimet kysymykset: “Miksi en ole käynyt Laskutuvassa?”, “Mikä saisi minut käymään Laskutuvassa?”, “Miten Laskutuvan näkyvyyttä voisi parantaa?”, “Miten Laskutupaa voisi parantaa?” Vastauksista kävi ilmi, että opiskelijat eivät käyneet Laskutuvassa kahdesta syystä, aikataulu ei sopinut/heillä ei ollut riittävästi aikaa ja he eivät kokeneet Laskutupaa tarpeelliseksi. Monet opiskelijat kävisivät Laskutuvassa enemmän, jos he saisivat kavereita mukaan. Osa taas kävisi Laskutuvassa, jos tehtävät olisivat vaikeampia itse ratkaista. Laskutuvan näkyvyyden parantamiseksi sanottiin muistutus Laskutuvasta luennoilla useammin, muuten pääsääntöisesti opiskelijoiden mielestä mainostusta oli riittävästi. Viimeiseen kysymykseen toivottiin eniten parempia aikoja Laskutuvalle.

7. TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS

Keskeisiä termejä tutkimuksen luotettavuudessa ovat reliabiliteetti ja validiteetti. Tutkimus on kokonaisuudessaan luotettava, jos tutkimus on reliaabeli sekä validi. Reliaabeliudella tarkoitetaan, että aineisto ei ole ristiriidassa itsensä kanssa. Validiudella taas tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin tutkimus mittaa sitä, mitä sen oli määrä mitata. [57, s. 149-154]

Tämän tutkimuksen reliabiliteettia on tarkasteltu vertaamalla samankaltaisiin tutkimuksiin ja tutkimalla ettei saatu aineisto ole ristiriidassa itsensä kanssa. Verrattaessa saatuja tuloksia opiskelijoiden matemaattisen osaamisen kehittymisestä aiempiin tutkimuksiin, esimerkiksi Rautiaisen diplomityöhön [47], huomataan, että tuloksen ovat samankaltaisia. Laskutuvassa käyneet opiskelijat kokivat, että Laskutupa auttoi heitä ymmärtämään matematiikkaa sekä lisäämään matemaattista osaamista. Laskutupakysely oli rakennettu monipuoliseksi niin, että osa kysymyksistä ja väitteistä käsitteli samaa asiaa, mutta eri näkökulmasta. Tällöin vastausten samansuuntaisuutta pystyttiin varmentamaan. Tällaisia väitteitä olivat esimerkiksi “Teen mieluusti laskuharjoituksia kavereiden kanssa.” ja “Teen mieluusti laskuharjoituksia yksin.” Samansuuntaisuutta varmennettiin myös avointen kysymysten ja Likert-asteikon väitteiden asettelulla. Reliabiliteetin lisäämiseksi olisi Laskutuvasta voinut kerätä systemaattisemmin havaintoja. Havainnot, joita Laskutuvasta saatiin, ovat saman suuntaisia kuin kyselyn perusteella saadut tulokset. Laskutuvassa oli kuitenkin eri ohjaajia, joten havaintojen systemaattisempi kerääminen olisi voinut vielä lisätä tutkimuksen reliabiliteettia.

Validiteettia tarkastellessa oleellisinta on tutkia, mitataanko tutkimuksessa asiaa, mitä oli tarkoitus mitata. Tässä tutkimuksessa tavoitteena oli tutkia vertaisoppimista sekä sen ja tukiopetusryhmän vaikutuksia matemaattisen osaamisen kehittymiseen. Tutkimuksessa tutkittiin myös sähköisten viestintäjärjestelmien hyödyntämistä vertaisoppimisessa. Matemaattista osaamista sekä vertaisoppimista sekä niiden käsitteistöä on avattu tämän tutkimuksen alussa. Opiskelijoilla teetätetty kysely oli laadittu siten, että saadaan selville, kuinka matemaattinen osaaminen on kehittynyt Laskutuvassa käyneillä opiskelijoilla ja millaisia vaikutuksia vertaisoppimisella on ollut. Kyselyssä kysyttiin myös, kuinka Laskutupaa voidaan kehittää jatkossa, jotta kaikki apua tarvitsevat ja halukkaat voivat tulla oppimaan matematiikkaa Laskutupaan. Sähköisistä viestintäjärjestelmistä vertaisoppimisen tukena ei kyselyn perusteella voi sanoa täysin luotettavaa tietoa, koska aktiivisia käyttäjiä ja vastauksia oli vähän. Saadut vastaukset olivat kuitenkin positiivisia ja käytetty sovellus Slack soveltui tarkoitukseen.

Tämän tutkimuksen tulokset perustuvat opiskelijoiden Laskutupakyselyn vastauksiin. Tuloksia ei vertailtu opiskelijoiden tenttimenestyksiin, eikä muutakaan mittaria käytetty. Tutkimuksen tulokset perustuvat siis opiskelijoiden omiin kokemuksiin Laskutuvasta ja sen tarjoamista hyödyistä sekä vaikutteista matematiikan oppimiseen.

Tutkimustuloksia analysoitaessa varmistettiin, että analyysit ovat tehty huolella ja oikein. Aineiston tutkimus ja raportointi tehtiin myös huolellisesti sekä rehellisesti. Koko tutkimuksen on tehty hyviä tieteellisiä käytänteitä noudattaen. [57, s. 90-92] Tutkimuksen kokonaisluotettavuutta voidaan pitää näillä perustein hyvänä.

8. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Osalla opiskelijoista on korkeakouluihin siirryttäessä puutteita matemaattisessa osaamisessa ja erilaiset lähtötasot matematiikassa. Opiskelijoilla on myös toisistaan poikkeavia oppimistyylejä. Korkeakoulujen olisi hyvä panostaa opetuksen monipuolistamiseen sekä tukitoimintaan, jotta kaikkien opiskelijoiden ja eri oppimistyylien edustajien matemaattista osaamista ja matematiikan oppimista voitaisiin kehittää. TTY ei ole poikkeus ja TTY:llä haluttiinkin laajentaa matematiikan tukitoimintaa ja sen avulla auttaa opiskelijoita matematiikan opiskelussa.

TTY:llä oli aiemmin käytössä matematiikan tukiotimintakokeilu matematiikkaklinikka, jonka tarkoituksena oli tukea vertaisoppijoiden ja matemaattisesti heikompien opiskelijoiden matematiikan opiskelua. Vastaavanlaista tukitoimintaa on käytössä myös Aalto-yliopistossa. Näiden pohjalta kehitettiin TTY:lle uusi matematiikan oppimista tukeva tukitoimintakokeilu.

Tampereen teknillisessä yliopistossa otettiin lukukauden 2017-2018 alussa käyttöön tukitoimintakokeilu Laskutupa. Laskutupa on tila, minne ensimmäisen vuosikurssin matematiikan kursseja käyvät opiskelijat voivat tulla halutessaan opiskelemaan matematiikkaa. Laskutuvassa opiskelijat saivat laskea harjoituksia ja opiskella parhaaksi katsomallaan tavalla. Paikan päällä oli Laskutupaa pitämässä yksi ohjaaja, joka Laskutuvan ajan auttoi paikalla olevia opiskelijoita. Osana Laskutupaa ylläpidettiin myös Laskutuvan Slack-ryhmää ja sen alle kuuluvia kanavia. Slackin välityksellä opiskelijoita tiedotettiin Laskutupaan liittyvistä aiheista sekä opiskelijat pystyivät kysymään neuvoja ohjaajilta ja toisilta opiskelijoilta, jos ei esimerkiksi päässyt paikan päälle Laskutupaan.

Laskutuvassa kävi vaihtelevasti opiskelijoita riippuen aina Laskutuvan ajankohdasta. Kävijämäärä oli keskimäärin 10-15 opiskelijaa joka kerta. Laskutupaa mainostettiin opiskelijoille kurssien avausluennoilla ja kurssien laskuharjoituksissa. Laskutuvassa kävi yhteensä noin 50 eri opiskelijaa, osa vain kerran ja osa säännöllisemmin.

Laskutuvan tarkoitus oli kasvattaa opiskelijoiden matemaattista osaamista ja auttaa heitä matematiikan opiskelussa. Matemaattisen osaamisen kehittymistä lähdettiin kartoittamaan kyselyn pohjalta. Kyselyllä pyrittiin myös selvittämään, minkälaisia oppimistyylejä on Laskutuvassa käyvillä opiskelijoilla. Sama kysely oli avoinna kaikille kursseja IMA A2, IMA C2, IMA 123 ja MA2 käyneille opiskelijoille, myös opiskelijoille, jotka eivät olleet Laskutuvassa käyneet. Kyselyyn saaduista vastauksista sai tutkimukseen käyttää 209:ää vastausta, joista 49 oli Laskutuvassa käyneiltä opiskelijoilta. Kysely muodostui kolmesta osiosta, joista ensimmäiseen kaikkien oli määrä vastata, toiseen osioon vain Laskutuvassa käyneiden oli tarkoitus vastata ja viimeiseen niiden, jotka Laskutuvassa eivät olleet käyneet. Kyselyssä oli avoimia kysymyksiä, vaihtoehtokysymyksiä sekä suljettuja kysymyksiä, joissa käytettiin Likertin viisiportaista asteikkoa. Likertin asteikkoa käyttäneistä kysymyksistä laskettiin vastausten keskiarvo, keskihajonta ja tyyppiarvo sekä vertaillessa Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden vastauksia opiskelijoiden, jotka eivät käyneet Laskutuvassa, kanssa laskettiin vielä p-arvo.

Merkittävimmiksi eroiksi Laskutuvassa käyneiden opiskelijoiden ja opiskelijoiden, jotka eivät Laskutuvassa käyneet, välille muodostuivat matematiikan osaamisen tunteesta, luennoilla käymisestä ja siellä muistiinpanojen tekemisestä sekä laskuharjoitusten tekemisestä kavereiden kanssa. Laskutuvassa käyneet opiskelijat kokivat osaavansa matematiikkaa heikommin, kävivät säännöllisesti luennoilla ja tekivät siellä muistiinpanoja sekä tekivät laskuharjoituksia mieluummin kavereiden kanssa kuin yksin. Avoimista kysymyksistä kävi ilmi, että sekä Laskutuvassa käyneet opiskelijat että opiskelijat, jotka eivät käyneet Laskutuvassa oppivat matematiikkaa omasta mielestään hyvin saman kaltaisin menetelmin, eli laskemalla ja esimerkkien avulla. Suurimpana erona oli, että Laskutuvassa käyneet opiskelijat kokivat oppivansa paremmin vuorovaikutteisella oppimisella eli vertaisoppimisella ja ryhmätyöskentelyllä ja opiskelijat, jotka eivät käyneet Laskutuvassa taas opiskelivat enemmän itsekseen.

Laskutuvassa käyneet opiskelijat kokivat Laskutuvan hyödylliseksi. Kyselyn mukaan Laskutupa auttoi opiskelijoita kasvattamaan matemaattista osaamista ja lisäämään jonkin verran mielenkiintoa matematiikkaa kohtaan. Kyselyssä kysyttiin myös opiskelijoiden kokemuksista Slackin käytöstä. Vaikka otanta oli pieni, olivat saadut vastaukset positiivisia ja Slackia käyttäneet totesivat palvelun hyödylliseksi. Kyselyn lopussa vielä kysyttiin opiskelijoilta, jotka eivät Laskutuvassa käyneet, muutamia kysymyksiä, kuten miksi he eivät käyneet Laskutuvassa ja mikä saisi heidät Laskutuvassa käymään.

Tämän tutkimuksen yksi tavoitteista oli selvittää, kuinka vertaisoppimisella voidaan kehittää opiskelijoiden matemaattista osaamista. Laskutuvassa opiskelijoiden annettiin tehdä laskuharjoituksia ja opiskella omien mieltymyksiensä mukaan. Opiskelijoita kannustettiin laskemaan ja keskustelemaan muiden samaa kurssia käyvien opiskelijoiden kanssa, mutta tähän ei pakotettu, jos joku opiskelija ei näin halunnut toimia. Opiskelijoita pyrittiin siis kannustamaan ryhmätyöskentelyyn ja vertaisoppimiseen. Laskutuvassa huomattiin, että keskustelemalla matemaattisista ongelmista toisen ihmisen kanssa, ymmärrys aiheesta kehittyy sekä aiheeseen liittyviä käsitteitä tulee käytettyä keskusteluissa. Kun lopulta aihetta on mietitty yhdessä ja päästään lopputulokseen on kannustavaa, että ongelma saatiin ratkaistua yhteisvoimin pohtimalla ja miettimällä. Näin matemaattiset käsitteet saadaan linkitetyksi ongelmanratkaisumenetelmiin ja prosesseihin, joita tarvittiin. Laskutuvassa ohjaaja piti huolen, että keskenään toimivat ryhmät pysyivät oikeilla jäljillä. Tarvittaessa ohjaaja antoi pohtimista vaativia vinkkejä, jotta opiskelijat pääsevät kohti ratkaisua ja pysyvät motivoituneina. Kyselyn tuloksetkin osoittavat, kuten taulukosta 6.2 nähdään, että Laskutupa ja siellä vertaisoppimiseen kannustaminen auttoi opiskelijoita oppimaan matematiikkaa ja matematiikan oppimiseen liittyviä olennaisuuksia. Edellä mainituin keinoin siis pystytään kehittää opiskelijoiden matemaattista osaamista vertaisoppimisella.

Tässä tutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään, minkälaiset opiskelijat hyötyvät vertaisopetuksesta. Moni opiskelija tuli Laskutupaan kaverinsa tai kavereidensa kanssa, jolloin he pystyivät heti tekemään laskuharjoituksia ryhmässä. Ryhmissä oli usein hieman eri tyyppisiä oppijoita, mutta ryhmätyöskentely ja vertaisoppiminen auttoivat jokaista ryhmässä mukana ollutta. Ryhmässä toimiessaan opiskelijat osaavat ottaa huomioon toistensa oppimistyylit. Esimerkiksi, jos joku oppii havainnollistamisen kautta, ryhmässä voidaan ongelmasta piirtää kuva havainnollistamaan tilannetta. Tällöin havainnollistamalla oppivat opiskelijat ymmärtävät idean ja muut opiskelijat näkevät ongelman uudesta perspektiivistä, mikä lisää ymmärrystä aiheesta. Laskutuvassa kävi erilaisia oppijoita, kuten kuvasta 6.2 nähdään. Vaikka oppijoita oli erilaisia, koettiin Laskutupa ja siellä käytetty vertaisoppiminen hyödylliseksi. Vertaisopetuksesta hyötyvät siis kaikki opiskelijat, oppimistyylistä riippumatta.

Yksi tutkimuksen tarkoituksista oli myös selvittää, miten matemaattinen osaaminen kehittyy tukiopetusryhmässä, jossa opiskelija voi opiskella parhaaksi katsomallaan tyylillä. Kaikki opiskelijat eivät Laskutuvassa halunneet tehdä töitä ryhmissä. Laskutuvassa kävi opiskelijoita, jotka kävivät siellä säännöllisesti, mutta esimerkiksi halusivat lukea luentomonistetta ja tehdä tehtäviä itsenäisesti. Tällaisetkin opiskelijat kokivat Laskutuvan hyödylliseksi, sillä heilläkin oli mahdollisuus kysyä ohjaajalta neuvoa heti, kun he sitä tarvitsivat. Laskutupa oli kannustava paikka tulla laskemaan, koska eri oppimistyylejä edustavat opiskelijat tulivat sinne laskemaan laskuharjoituksia. Toki kaikista opiskelijoista suurin osa oppi laskemalla tehtäviä ja katsomalla esimerkkejä ja näihin Laskutuvassa panostettiin. Kuten taulukosta 6.2 nähdään, jokainen Laskutuvassa käynyt opiskelija kasvatti keskimäärin matematiikan oppimiseen olennaisia osa-alueita. Matemaattinen osaaminen siis kehittyy kaikilla osa-alueilla tukiopetusryhmässä, kun opiskelijat opiskelevat mieluisallaan tavalla.

Viimeisenä tavoitteena tässä tutkimuksessa oli selvittää, miten ohjausta ja vertaisoppimista voidaan tukea sähköisillä viestintäjärjestelmillä. Laskutuvan käyttämä Slack-palvelu ei tavoittanut samanlaista suosiota kuin Laskutupa muuten. Slackin Laskutupa-ryhmään liittyi yli sata opiskelijaa, mutta aktiivisesti sitä käytti neljä Laskutuvassakin käynyttä opiskelijaa. Slackia käyttäneet opiskelijat huomasivat sen hyödyllisyyden. Slack-ryhmän tarkoituksena oli, että opiskelijat voisivat vastata toistensa esittämiin kysymyksiin, jolloin ryhmätyöskentelyä ja vertaisoppimista syntyisi myös Slackin puolella. Slack tarjosi apua opiskelijoille, mutta käytännössä vain ohjaajien ja opettajien toimesta. Kyselyn mukaan kuitenkin noin 70% opiskelijoista käyttää jotain viestintäsovellusta kavereidensa kanssa keskusteluun laskuharjoituksista. Tämän perusteella sähköisillä viestimillä on mahdollisuus tukea opiskelijoiden matematiikan oppimista. Opiskelijat tulee vain saada rohkaistua keskustelemaan yleisillä, matematiikan opiskeluun tarkoitetuilla kanavilla, joissa on muitakin opiskelijoita kuin samaa alaa opiskelevia kavereita. Ohjausta voidaan siis sähköisten viestintäjärjestelmien avulla monipuolistaa, esimerkiksi opiskelijat voidaan ohjata auttamaan toisiaan. Kannustamalla opiskelijat keskustelemaan keskenään ja auttamaan toisiaan sähköisten viestintäjärjestelmien välityksellä, voidaan opsikelijoiden vertaisoppimista tukea hyödyntäen sähköisiä viestintäjärjestelmiä.

Tukiopetusjärjestelyt ja kannustus vertaisopiskeluun auttavat opiskelijoita kasvattamaan matemaattista osaamista. Näitä tavoitteita pystytään tukemaan sähköisillä viestintäjärjestelmillä, kunhan opiskelijat saadaan tutustutettua asiaan. Opiskelijoiden matemaattista osaamista pyritään jatkossakin kasvattamaan Laskutuvan avulla. Laskutupaa pyritään kehittämään, jotta opiskelijat saisivat Laskutuvasta kaiken mahdollisen hyödyn. Pysyvät tilat ja ajat sekä aktiivisesti toimiva sähköinen viestintäalusta tukisivat matemaattisen osaamisen kasvua. Laskutuvassa käyneet opiskelijat toivoivat myös useampaa ohjaajaa Laskutupaan, koska aika ajoin Laskutuvassa kävi niin paljon opiskelijoita, että yksi ohjaaja ei kaikkia ehtinyt auttamaan. Kehittämällä Laskutupaa, voidaan opiskelijoille tarjota mahdollisuutta oppia matematiikkaa entistä paremmin.

LÄHTEET

[1] M. Allahyari, S. Pouriyeh, M. Assefi, S. Safaei, E. D. Trippe, J. B. Gutierrez, and K. Kochut, “A brief survey of text mining: Classification, clustering and extraction techniques,” *Proceedings of KDD Bigdas*, Aug. 2017.

[2] P. S. Bradley, U. M. Fayyad, and O. L. Mangasarian, “Mathematical programming for data mining: Formulations and challenges,” *INFORMS J. on Computing*, vol. 11, no. 3, pp. 217–238, Aug. 1999, doi:10.1287/ijoc.11.3.217.

[3] F. Coffield, D. Moseley, E. Hall, and K. Ecclestone, *Should we be using learning styles? - What research has to say to practice*, 2004, learning and Skills Research Centre.

[4] J. Cornelius-White, “Learner-centered teacher-student relationships are effective: A meta-analysis,” *Review of Educational Research*, vol. 77, no. 1, pp. 113–143, 2007, doi:10.3102/003465430298563.

[5] R. N. Cortright, H. L. Collins, and S. E. DiCarlo, “Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems,” *Advances in Physiology Education*, vol. 29, pp. 107–111, Jun. 2005, doi:10.1152/advan.00060.2004.

[6] C. H. Crouch and E. Mazur, “Peer instruction: Ten years of experience and results.” *American Journal of Physics*, vol. 69, no. 9, pp. 970–977, Sep. 2001, doi:10.1119/1.1374249.

[7] W. Cui, Y. Wu, S. Liu, F. Wei, M. Zhou, and H. Qu, “Context-preserving, dynamic word cloud visualization,” *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 30, no. 6, pp. 42–53, Nov 2010, doi:10.1109/MCG.2010.102.

[8] M. S. Donovan and J. D. Bransford, *How Students Learn: Mathematics in the Classroom.* Washington, DC: The National Academies Press, 2005.

[9] J. Duffy, “The best business messaging apps of 2018,” 2018, Saatavilla (Viitattu 11.5.2018): http://uk.pcmag.com/software/91744/guide/the-best-business-messaging-apps-of-2018.

[10] J. Elen, G. Clarebout, R. Léonard, and J. Lowyck, “Student-centred and teacher-centred learning environments: what students think,” *Teaching in Higher Education*, vol. 12, no. 1, pp. 105–117, 2007, doi:10.1080/13562510601102339.

[11] U. M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth, "Knowledge discovery and data mining: Towards a unifying framework," *KDD*, vol. 96, pp. 82–88, 1996.

[12] R. Feldman and I. Dagan, "Knowledge discovery in textual databases (kdt)," *KDD*, vol. 95, pp. 112–117, 1995.

[13] J. D. Gibbons and S. Chakraborti, *Nonparametric Statistical Inference, 5th Ed.* Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011.

[14] Greenberg Inc., "The art of communication: Messages that matter," 2017, Saatavilla (Viitattu 10.5.2018): https://fbnewsroomus.files.wordpress.com/2017/11/messagesthatmatter_editorial-2.pdf.

[15] M. Guay, "The 13 best team chat apps for your company," 2018, Saatavilla (Viitattu 10.5.2018): https://zapier.com/blog/best-team-chat-app/.

[16] L. Haapasalo, *Murtolukukäsitteen konstruktivistinen oppiminen.* Pro gradu, Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos, 1992.

[17] K. Hakkarainen, K. Lonka, and L. Lipponen, *Tutkiva oppiminen - älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen.* WSOY, 1999.

[18] J. Hiebert and P. Lefevre, "Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis," *Conceptual and procedural knowledge: the case of mathematics*, 1986.

[19] M. Hollander and D. A. Wolfe, *Nonparametric Statistical Methods.* Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 1999.

[20] A. Huang, "Similarity measures for text document clustering," 2008.

[21] P. Jääskelä, U. Klemola, and U. M. Valleala, "Interaktiivisuudella sydämen paloa oppimiseen ja opetukseen: yliopisto-opetuksen kehittämisen tuloksia," *Yhdessä parempaa pedagogiikkaa - Interaktiivisuus opetuksessa ja oppimisessa*, pp. 21–31, 2013.

[22] D. W. Johnson, R. T. Johnson, E. J. Holubec, and P. Roy, *Circles of Learning. Cooperation in the Classroom*, 1984.

[23] H. Kattainen and J. Perälä, *Opetus interaktiivisemmaksi - Yliopisto-opettajien keinoja interaktiivisuuden lisäämiseen.* Pro gradu, Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos, 2014, Saatavilla: http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201405101677.

[24] J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell, *Adding it up - Helping children learn mathematics.* National Academy Press, 2001.

[25] P. Koskinen, “Vertaisopetus antaa oppimisen ja opettamisen elämyksiä,” *Yhdessä parempaa pedagogiikkaa - interaktiivisuus opetuksessa ja oppimisessa*, pp. 73–80, 2013.

[26] P. Kupari, “Laskutaidot kadonneet? peruskoululaiset matematiikan kokijoina ja taitajina,” *Oppiiko oppilas peruskoulussa? Peruskoulun arviointi 90-tutkimuksen tuloksia*, 1993.

[27] P. Kupari and K. Nissinen, “Matematiikan osaamisen taustatekijät,” *PISA - Millä eväillä uuteen nousuun? PISA 2012 tutkimustuloksia*, 2015, Saatavilla (Viitattu 16.4.2018): http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75126/okm6.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[28] P. Kupari, P. Reinikainen, T. Nevanpää, and J. Törnroos, *Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa?* Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos, 2001.

[29] P. Kupari and J. Törnroos, “Characterising students’ mathematical literacy performances in nordinc countries,” *Northern Lights on PISA 2003 - a reflection from the Nordic countries*, 2006.

[30] T. Ladonlahti, S. Uotinen, J. Mykkänen, M. L. Böök, and K. Sauren, “Sähköisiä kohtaamisia: tutkimusmenetelmäopinnot verkossa,” *Yhdessä parempaa pedagogiikkaa - Interaktiivisuus opetuksessa ja oppimisessa*, pp. 53–59, 2013.

[31] T. K. Landauer, P. W. Foltz, and D. Laham, “An introduction to latent semantic analysis,” *Discourse Processes*, vol. 25, no. 2-3, pp. 259–284, 1998, doi:10.1080/01638539809545028.

[32] R. W. Larson, “Toward a psychology of positive youth development,” *American Psychologist*, vol. 55, no. 1, pp. 170–183, Jan. 2000.

[33] R. T.-W. Lo, B. He, and I. Ounis, “Automatically building a stopword list for an information retrieval system,” *Journal on Digital Information Management: Special Issue on the 5th Dutch-Belgian Information Retrieval Workshop (DIR)*, 2005.

[34] J. Lundell and R. Matilainen, “Yhteistä kemiaa etsimässä,” *Yhdessä parempaa pedagogiikkaa - Interaktiivisuus opetuksessa ja oppimisessa*, pp. 35–44, 2013.

[35] C. D. Manning, P. Raghavan, and H. Schütze, “Scoring, term weighting, and the vector space model,” *Introduction to Information Retrieval*, Jan. 2008.

[36] R. Marvin, “Microsoft teams vs. slack: What’s the difference?” 2017, Saatavilla (Viitattu 26.5.2018): http://uk.pcmag.com/slack/85813/feature/microsoft-teams-vs-slack-whats-the-difference.

[37] MathWorks, “ranksum,” Saatavilla (Viitattu 25.5.2018): https://se.mathworks.com/help/stats/ranksum.html#bti4z5t.

[38] E. Mazur, *Peer Instruction: A User’s Manual.* Upper Suddle River, NJ: Prentice hall, 1997.

[39] D. B. McLeod, “The role of affect in mathematical problem solving,” *Affect and mathematical problem solving: a new perspective*, 1989.

[40] M. McTear, Z. Callejas, and D. Griol, *The Conversational Interface - Talking to Smart Devices.* Springer Nature, 2016, doi:10.1007/978-3-319-32967-3.

[41] Microsoft, “Overview of microsoft teams,” 2017, Saatavilla (Viitattu 26.5.2018): https://docs.microsoft.com/en-us/microsoftteams/teams-overview.

[42] Microsoft Teams team, “Microsoft teams turns 1, advances vision for intelligent communications,” 2018, Saatavilla (Viitattu 25.5.2018): https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2018/03/12/microsoft-teams-turns-1-advances-vision-for-intelligent-communications/.

[43] H. Murto, S. Kaunisto-Laine, and V. Korhonen, “Tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön muodoista yhdessä yliopistoyhteisössä,” *Muuttuvat oppimisympäristöt yliopistossa*, 2007.

[44] L. Näveri, *Aritmetiikasta algebraan - Muutoksia osaamisessa peruskoulun päättöluokalla 20 vuoden aikana.* Väitöskirja, Helsingin yliopisto, käyttäytymistieteellinen tiedekunta, soveltavan kasvatustieteen laitos, 2009, saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-5759-5.

[45] Opetushallitus, *Ammatillisen koulutuksen oppimisympäristöjä kehittämässä. Kansallisia kehittämislinjauksia ja kuvauksia Opetushallituksen valtionavustuksilla tuetuista oppimisympätistöjen kehittämishankkeista 2008-2010*, 2012, toimittanut: Koramo Marika.

[46] A. Rasila, L. Havola, P. Alestalo, J. Malinen, and H. Majander, “Matematiikan perusopetuksen kehittämistoimia ja tulosten arviointia,” *Tietojenkäsittelytiede 33*, pp. 43–54, 2011.

[47] E. Rautiainen, *Oppimista tukeva pienryhmätoiminta matematiikassa.* Diplomityö, TTY, luonnontieteiden ja ympäristötekniikan tiedekunta, teknisluonnontieteellinen koulutusohjelma, Tampereen teknillinen yliopisto, 2010.

[48] C. M. Reese, K. E. Miller, and J. M. J. A. Dossey, *NAEP 1996 Mathematics Report Card for the Nation and the States - Findings from the National Assessment of Educational Progress.* U.S. Department of Education, 1997.

[49] P. Ruohotie, *Motivaatio, tahto ja oppiminen.* Helsinki: Edita, 1998.

[50] A. Sayeed, S. Sarkar, Y. Deng, R. Hosn, R. Mahindru, and N. Rajamani, "Characteristics of document similarity measures for compliance analysis," *CIKM*, 2009, doi:10.1145/1645953.1646106.

[51] A. H. Schoenfeld, "What's all the fuss about metacognition?" *Cognitive Science and Mathematics Education*, 1987.

[52] SEFI 2016, "SEFI annual report 2015-2016," *Strengthening cooperation and excellence for tangible results in Europe and beyond*, 2016.

[53] K. Silius, S. Pohjolainen, T. Miilumäki, J. Kangas, and J. Joutsenlahti, "Korkeakoulumatematiikka teekkarin kompastuskivenä?" *Korkeajännityksiä - kohti osallisuutta luovaa korkeakoulutusta*, pp. 242–265, 2011.

[54] Statista, "Number of mobile phone messaging app users worldwide from 2016 to 2021," 2018, Saatavilla (Viitattu 10.5.2018): https://www.statista.com/statistics/483255/number-of-mobile-messaging-users-worldwide/.

[55] A. Syropoulos, "Mathematics of multisets," *Multiset processing: Mathematical, computer science, and molecular computing points of view*, pp. 347–358, 2001, doi:10.1007/3-540-45523-X_17.

[56] C. Ullrich, *Pedagogical Rules in ActiveMath and their Pedagogical Foundations*, 2003.

[57] H. Vilkka, *Tutki ja mittaa - määrällisen tutkimuksen perusteet.* Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki, 2007.

[58] M. R. von Wright and J. von Wright, *Oppiminen ja koulutus.* WSOY, 1994.

[59] T. Wigren, *The Cauchy-Schwarz Inequality - Proofs and applications in various spaces*, 2015, Saatavilla (Viitattu 28.5.2018): http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:861242/FULLTEXT01.pdf.

[60] L. Wrigth, "Microsoft teams wins top prize at enterprise connect event," 2018, Saatavilla (Viitattu 25.5.2018): https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2018/03/13/microsoft-teams-wins-top-prize-at-enterprise-connect-event/.

LIITE A

Kyselylomake: Laskutupa

Vastaa alla oleviin matematiikan opiskeluun liittyviin väitteisiin.

1. Vastauksia saa käyttää tutkimukseen (209)	%
Kyllä	100
Ei	0

2. Opiskelijanumero

3. Sukupuoli (206)	%
Mies	66.5
Nainen	33.0
Muu	0.5

4. Olisin kiinnostunut osallistumaan laskuharjoitukseen, joka suoritetaan kokonaan verkon välityksellä. (205)	%
Kyllä	49.8
Ei	50.2

5. Käyn matematiikan kurssia. (209)	%
Insinöörimatematiikka C2	22.0
Insinöörimatematiikka A2	35.9
Matematiikka 2	20.6
Insinöörimatematiikka 123	21.5

6. Milloin viimeksi opiskelit matematiikkaa ennen yliopistoon saapumista? (209)	%
0-1 vuotta sitten	43.1
1-2 vuotta sitten	35.4
2-3 vuotta sitten	11.5
3-5 vuotta sitten	4.3
yli 5 vuotta sitten	5.7

7. Vastaa seuraaviin matematiikan opiskeluun liittyviin väitteisiin siten, että vastauksesi kuvastaa sinua mahdollisimman hyvin. (5=täysin samaa mieltä, 4=osittain samaa mieltä, 3=en osaa sanoa, 2=osittain eri mieltä, 1=täysin eri mieltä.)

Väite (lkm)					%
7.1 Osaan omasta mielestäni hyvin matematiikkaa (208)	13,0	42,3	24,0	16,4	4,3
7.2 Pidin matematiikan opiskelusta yläkoulussa ja ammattikoulussa/lukiossa (208)	46,2	36,1	10,1	5,8	1,9
7.3 Olin hyvä matematiikassa yläkoulussa ja ammattikoulussa/lukiossa (207)	45,9	40,6	8,7	2,9	1,9
7.4 Pidän yliopistomatematiikan opiskelusta (208)	11,1	38,9	26,4	16,4	7,2
7.5 Käyn matematiikan luennoilla säännöllisesti (208)	44,4	23,2	7,3	12,6	12,6
7.6 Teen muistiinpanoja matematiikan luennoilla (208)	42,3	26,4	7,2	9,6	14,4
7.7 Luen luentomonistetta itse omalla ajallani (208)	22,1	35,6	16,8	21,2	4,3
7.8 Käytän luennolla käytyjä esimerkkitehtäviä apuna laskuharjoituksia tehdessäni (207)	48,3	34,3	7,7	6,3	3,4
7.9 Käytän luentomonistetta apuna laskuharjoituksia tehdessäni (208)	55,8	34,6	5,3	3,9	0,5
7.10 Teen mieluusti laskuharjoituksia kavereiden kanssa (208)	28,9	25,5	22,1	15,9	7,7
7.11 Teen mieluusti laskuharjoituksia yksin (208)	22,6	36,1	13,9	20,7	6,7
7.12 Jos minulta jää kurssilla jotain välistä, opiskelen sen itsenäisesti myöhemmin (207)	19,8	36,7	22,7	18,8	1,9
7.13 Minulle riittää kurssin hyväksytysti läpäiseminen (207)	13,5	21,7	15,0	33,3	16,4
7.14 Haluan ymmärtää kurssilla esillä olleet matematiikan sisällöt (208)	41,8	42,8	11,1	2,9	1,4

8. Millä tavoin omasta mielestäni opin parhaiten matematiikkaa?

9. Kuinka paljon käytän aikaa matematiikan laskuharjoitusten tekemiseen viikoittain (207)	%
alle 2h	7,2
2-4h	42,5
4-6h	34,3
6-8h	11,6
yli 8h	4,3

10. Keskustelen opiskelijakavereitteni kanssa harjoituksista muussa mediassa (WhatsApp, Telegram...) (205)	%
Kyllä	69,8
Ei	30,2

11. Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, niin missä mediassa keskustelette?

12. Laskutupa on kuin...

13. Olen käynyt Laskutuvassa edes kerran. (209)	%
Kyllä	23,4
Ei	76,6

Vastaa seuraaviin väitteisiin, jos olet edes kerran käynyt Laskutuvassa.

14. Montako kertaa olen käynyt laskutuvassa (49)	%
1-2 kertaa	36,7
2-5 kertaa	20,4
5-10 kertaa	22,4
yli 10 kertaa	20,4

15. Olen tuntimäärällisesti Laskutuvassa laskemassa viikoittain (49)	%
Alle 1h	51,0
1-3h	40,8
3-5h	8,2
Yli 5h	0

16. Vastaa seuraaviin väitteisiin siten, mikä mielestäsi parhaiten kuvastaa totuutta. (5=täysin samaa mieltä, 4=osittain samaa mieltä, 3=en osaa sanoa, 2=osittain eri mieltä, 1=täysin eri mieltä)

Väite (lkm)					%
16.1 Olen kokenut Laskutuvan hyödylliseksi (48)	60,4	22,9	10,4	4,2	2,1
16.2 Laskutupaa järjestetään riittävän usein (48)	37,5	22,9	31,3	8,3	0,0
16.3 Laskutupaa voisi järjestää useammin (48)	18,8	18,8	41,7	12,5	8,3
16.4 Laskutuvassa saa riittävästi apua matematiikan tehtävien ratkomiseen (48)	25,0	52,1	18,8	4,2	0,0
16.5 Kaipaisin enemmän apua ohjaajalta Laskutuvassa (48)	4,2	22,9	43,8	22,9	6,3

17. Laskutupa auttoi minua... (5=täysin samaa mieltä, 4=osittain samaa mieltä, 3=en osaa sanoa, 2=osittain eri mieltä, 1=täysin eri mieltä)

Väite (lkm)					%
17.1 harjoituksissa tarvittavan laskutekniikoiden oppimisessa (48)	33,3	31,7	18,8	6,3	0,0
17.2 lisäämään mielenkiintoa matematiikkaa kohtaan (48)	16,7	22,9	37,5	18,8	4,2
17.3 kurssin matematiikan käsitteiden ymmärtämiseen entistä paremmin (48)	31,3	50,0	18,8	0,0	0,0
17.4 parantamaan matemaattisia ongelmanratkaisutaitojani (48)	14,6	37,5	39,6	8,3	0,0
17.5 soveltamaan kurssilla oppimiani sisältöjä monenlaisiin tehtäviin (48)	8,3	50,0	35,4	6,3	0,0
17.6 syventämään ymmärrystä luennoilla ja luentomonisteessa käytyihin asioihin (48)	25,0	56,3	18,8	0,0	0,0
17.7 saamaan onnistumisen kokemuksia matematiikan opiskelussa (48)	33,3	39,6	22,9	2,1	2,1

18. Mitä muuta hyötyä laskutuvasta on ollut minulle?

19. Olen käyttänyt Laskutuvan Slack-ryhmää. (109)	%
Kyllä	15,6
Ei	84,4

20. Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, valitse seuraaviin väittämiin mielestäsi sopivin vaihtoehto (5=täysin samaa mieltä, 4=osittain samaa mieltä, 3=en osaa sanoa, 2=osittain eri mieltä, 1=täysin eri mieltä)

Väite (lkm)					%
20.1 Olen käyttänyt Slackia säännöllisesti (22)	9,1	9,1	0,0	22,7	59,1
20.2 Olen käyttänyt Slackia paljon (22)	0,0	4,6	9,1	18,2	68,2
20.3 Slack on helppokäyttöinen (21)	23,8	28,6	28,6	9,5	9,5
20.4 Slackin käyttö on hankalaa (21)	4,8	9,5	33,3	23,8	28,6
20.5 Slackissa saa nopeasti apua sitä tarvittaessa (21)	9,5	14,3	61,9	0,0	14,3
20.6 Slack tukee hyvin Laskutupaa ja sen tarkoitusta (21)	9,5	14,3	57,1	4,8	14,3
20.7 Slackin kanavajako on selkeä ja hyvin toimiva (21)	9,5	28,6	38,1	9,5	14,3
20.8 Slackin kanavajako voisi olla selkeämpi (21)	14,3	14,3	52,4	19,1	0,0

21. Miksi olen/ en ole käyttänyt Laskutuvan Slack-ryhmää?

22. Vastaa seuraaviin väitteisiin mielestäsi sopivimmalla vaihtoehdolla (5=täysin samaa mieltä, 4=osittain samaa mieltä, 3=en osaa sanoa, 2=osittain eri mieltä, 1=täysin eri mieltä)

Väite (lkm)					%
22.1 Laskutuvassa on helpompi kysyä neuvoa kuin laskuharjoituksissa (48)	45,8	25,0	22,9	6,3	0,0
22.2 Mielestäni sähköinen viestintäpalvelu on hyvä lisä Laskutuvalle (48)	10,4	25,0	54,2	10,4	0,0
22.3 Laskutuvassa pitäisi olla useampi ohjaaja (48)	8,3	43,8	33,3	14,6	0,0
22.4 Laskutuvassa on kannustava ilmapiiri (48)	33,3	41,7	25,0	0,0	0,0
22.5 Laskutuvassa häiritsee muiden ryhmässä ääneen pohtiminen (48)	6,3	10,4	16,7	35,4	31,3
22.6 Laskutuvassa opiskelijoita tulisi ohjata enemmän ryhmätyöskentelyyn (48)	4,2	18,8	43,8	20,8	12,5
22.7 Minua ei häiritse, että Laskutuvassa on opiskelijoita muiltakin kursseilta (48)	43,8	41,7	6,3	4,2	4,2
22.8 Olisi hyvä, jos laskutuvan tiettyä ryhmää pidettäisiin vai tietyn kurssin opiskelijoille (kuten IMA A) (48)	6,3	12,5	37,5	25,0	18,8
22.9 On hyvä, että laskutuvassa jokainen saa tehdä tehtäviä itselleen parhaaksi katsomallaan tavalla (48)	56,3	37,5	6,3	0,0	0,0
22.10 Laskutuvasta tiedotettiin riittävästi (48)	54,2	33,3	6,3	6,3	0,0
22.11 Olisin kaivannut enemmän tiedotusta Laskutupaan liittyen (47)	0,0	6,4	23,4	29,8	40,4

23. Millaisia työskentelytapoja Laskutuvassa olisi jatkossa hyvä harjoittaa?

24. Miten sähköistä viestintäpalvelua voisi kehittää osana Laskutupaa, jotta siitä olisi enemmän hyötyä opiskelijoille matematiikan oppimisessa?

25. Miten Laskutuvan näkyvyyttä voisi parantaa?

26. Miten laskutuvan sähköistä viestintäpalvelua voisi parantaa?

27. Miten Laskutupaa voisi parantaa?

Vastaa seuraaviin väitteisiin, jos ET ole käynyt kertaakaan Laskutuvassa.

28. Miksi en ole käynyt Laskutuvassa?

29. Mikä saisi minut käymään Laskutuvassa?

30. Miten Laskutuvan näkyvyyttä voisi parantaa?

31. Miten Laskutupaa voisi parantaa?

LIITE B

```
% Tällä koodilla luetaan tiedosto "kappale2.pdf" ja muodostetaan
% sen sanoista sanapilvi.
str = extractFileText('kappale2.pdf');

% sanat-muuttujaan talletetaan "stop"-sanat, jotka halutaan
% tekstitiedostossta poistaa, jottei ne tule sanapilveen.
sanat = ["ja", "tai", "jotka", "joita", "voidaan", "koska"];

% Seuraavilla komennoilla siivotaan tekstiä, eli poistetaan välimerkit,
% pienennetään kaikki kirjaimet, muutetaan rivinvaihdokset välilyönneiksi.
cleanTextData = erasePunctuation(str);
cleanTextData = lower(cleanTextData);
cleanTextData = split(cleanTextData,newline);

% Luodaan tekstitiedostosta sanojen kokoelma.
cleanTextData = tokenizedDocument(cleanTextData);

% Poistetaan kaikki lyhyet sanat, koska ne ovat vain täytesanoja.
cleanTextData = removeShortWords(cleanTextData,4);

% Luodaan siivotusta tekstitiedostosta sanapussi.
bag = bagOfWords(cleanTextData);

% Poistetaan lopuksi vielä "stop"-sanat.
newBag = removeWords(bag,sanat);

%Luodaan sanapilvi
wordcloud(newBag);
```